



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO: INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (LM-35) A.A. 2023/2024
Didattica programmata

Regolamento Didattico del Corso di Laurea
in
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
Classe LM-35 Ingegneria civile e ambientale
a.a. 2021-22

Sito web del Consiglio d'Area Didattica (CAD) di Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio
<https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/>

Sito web istituzionale del Corso di Laurea:
<https://corsidilaurea.uniroma1.it/>

Il Regolamento didattico del corso di studio è costituito da due sezioni:

- 1) OFFERTA FORMATIVA: percorso formativo, obiettivi e Manifesto del corso di studio.
- 2) NORME GENERALI: regolamenti dell'offerta formativa e regole generali per la gestione della carriera degli studenti.

SEZIONE 1 – OFFERTA FORMATIVA

Obiettivi formativi specifici

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si propone di formare una figura professionale di tipo ingegneristico nell'ambito della mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, della gestione delle risorse idriche, della prevenzione e del controllo dell'inquinamento, del risanamento ambientale, della tutela del territorio e della difesa del suolo, che sia in grado di analizzare problemi, realizzare modelli a supporto delle decisioni, pianificare e progettare azioni e interventi di interesse ambientale e territoriale utilizzando approcci, tecniche e strumenti moderni e innovativi, generalmente interdisciplinari.

L'intrinseca complessità dei problemi ingegneristici relativi a queste tematiche chiave nel panorama italiano e internazionale richiede competenze tecniche specifiche, che vengono sviluppate nel percorso formativo secondo tre percorsi didattici distinti:

A – Ingegnere ambientale esperto in Climate Change Adaptation and Mitigation (erogato in lingua inglese)

Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche:

- Modellazione dei sistemi climatici e loro interazione con i sistemi antropici
- Valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico connesso ai mutamenti climatici
- Gestione dei rifiuti e mitigazione delle emissioni di gas serra
- Osservazione della Terra e gestione delle informazioni territoriali (Geo Big Data)
- Rilevamento e il monitoraggio dell'ambiente e del sottosuolo
- Sviluppo sostenibile e pianificazione territoriale e urbanistica
- Gestione e riciclo delle materie prime e delle risorse naturali

La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: climatologia delle aree urbane (ICAR/01), protezione idraulica del territorio e gestione delle risorse idriche (ICAR/02, GEO/05), gestione sostenibile dei rifiuti solidi e mitigazione delle emissioni di gas serra (ICAR/03), osservazione della Terra e gestione delle informazioni territoriali (Geo Big Data) (ICAR/06), geofisica per il rilevamento e il monitoraggio dell'ambiente e del sottosuolo (GEO/11), economia e legislazione ambientale (SECS-P/01 e IUS/10), tecnologie per la produzione di energie rinnovabili (ING-IND/31), sviluppo sostenibile e pianificazione territoriale e urbanistica per la mitigazione dei cambiamenti climatici (ICAR/20), stabilità dei pendii e opere di stabilizzazione e consolidamento (ICAR/07), Urban mining e riciclo dei materiali (ING-IND/29), utilizzo sostenibile delle risorse ambientali (GEO/09) e mobilità sostenibile (ICAR/05).

B – Ingegnere ambientale esperto in Gestione delle risorse idriche e Risanamento ambientale (erogato in italiano)

Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche:

- Gestione, riciclo e trattamento delle risorse idriche
- Difesa del suolo
- Messa in sicurezza e risanamento di comparti ambientali degradati
- Trattamento delle acque
- Studio di impatto ambientale
- Monitoraggio del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche
- Pianificazione e tutela del territorio

La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), fondamenti di chimica ambientale (CHIM/07), trattamento delle acque, studio di impatto ambientale e analisi di rischio (ICAR/03), caratterizzazione di siti contaminati (ING/IND 29) e economia e normativa ambientale (SECS-P/01 e IUS/10),

C – Ingegnere ambientale esperto in Tutela del territorio e Difesa del suolo (erogato in italiano)

Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche:

- Protezione idraulica del territorio
- Caratterizzazione e difesa del suolo
- Mitigazione del rischio sismico
- Tecnica delle costruzioni
- Messa in sicurezza e risanamento di comparti ambientali degradati
- Pianificazione e tutela del territorio
- Monitoraggio del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche

La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), protezione idraulica del territorio (ICAR/02), meccanica delle rocce e valutazione e mitigazione del rischio sismico (ICAR/07), tecnica delle costruzioni (ICAR/09).

Il percorso formativo si articola in due anni di corso, dei quali il primo è dedicato alla preparazione di base precipua di ciascun percorso didattico, mentre il secondo si focalizza su approfondimenti specifici e sulla preparazione della tesi di laurea. La ripartizione dei crediti tra i due anni di corso risulta la seguente:

Primo anno:

54-57 CFU per insegnamenti di base per ciascun percorso didattico

Secondo anno:

33-36 CFU per insegnamenti a completamento della formazione specifica del percorso didattico

12 CFU a scelta libera dello studente

17 CFU per la prova finale

1 CFU per abilità informatiche e telematiche

La quota dell'impegno orario a disposizione dello studente per lo studio personale o per altre attività formative di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo.

Il percorso formativo è articolato in semestri, nei quali vengono sviluppate in progressione le specifiche competenze e abilità descritte nel dettaglio nei quadri successivi.

Le modalità e gli strumenti didattici adottati per il conseguimento dei risultati di apprendimento dettagliati nei successivi quadri consistono in lezioni ed esercitazioni in aula, attività di laboratorio ed esperienze in campo, attività progettuali, visite tecniche, attività seminariali.

La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi viene condotta mediante valutazioni formative intermedie (prove in itinere, prove di esonero) ed esami di profitto.

Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati

Le competenze del laureato magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si fondano su una serie di capacità acquisite nel corso del percorso formativo, che includono in particolare:

- capacità di impiegare gli strumenti della matematica, delle altre scienze di base e delle discipline fondamentali dell'ingegneria civile e ambientale per identificare, formulare, analizzare e risolvere - anche con approcci e metodologie innovative - problemi complessi dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, in particolare quando questi richiedano un approccio interdisciplinare;
- capacità di progettare, condurre e interpretare esperimenti di elevata complessità su tematiche pertinenti l'Ingegneria per l'ambiente e il territorio;
- capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre all'italiano, in particolare in ambito tecnico-scientifico

Nello specifico, le competenze del laureato magistrale possono essere descritte come di seguito dettagliato.

Percorso didattico A - Climate Change Adaptation and Mitigation:

- metodologie e tecnologie per l'osservazione della Terra e degli effetti del climate change,
- realizzazione e utilizzo di reti di monitoraggio e sistemi informativi territoriali per l'acquisizione e la gestione di dati finalizzati al monitoraggio dei diversi comparti ambientali e al controllo degli effetti del climate change
- pianificazione, progettazione e realizzazione di azioni e interventi per la mitigazione dell'impatto antropico e per l'adattamento al climate change in ambito territoriale e urbano
- valutazione dei rischi dovuti al climate change e progettazione, realizzazione e gestione di azioni, opere e interventi di difesa, prevenzione e mitigazione dei suoi effetti
- politiche e linee guida internazionali sul climate change e loro impatto sulle azioni e sugli interventi di pianificazione e gestione dell'ambiente e del territorio
- gestione delle calamità naturali e della scarsità delle risorse idriche indotte dal climate change
- pianificazione, gestione e protezione delle risorse naturali, incluse le acque superficiali e sotterranee
- modellazione dei sistemi climatici e della loro interazione con i sistemi antropici
- pianificazione e gestione del trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi
- progettazione di azioni e interventi di mitigazione delle emissioni di gas serra
- pianificazione e progettazione delle strategie di recupero di materia ed energia da residui
- analisi degli effetti ecologici, sociali ed economici di azioni normative, piani di sviluppo e opere territoriali finalizzati all'adattamento al climate change e alla mitigazione dei suoi effetti

Percorso didattico B - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale:

- progettazione, analisi delle prestazioni e gestione di impianti per il trattamento e/o smaltimento di acque destinate al consumo umano, acque reflue, rifiuti solidi ed effluenti gassosi
- progettazione, realizzazione e monitoraggio di interventi di messa in sicurezza e decontaminazione di siti inquinati
- pianificazione e valutazione tecnica di strategie di recupero di materia ed energia da residui urbani ed industriali
- pianificazione, esecuzione e interpretazione di campagne di analisi, controllo, monitoraggio e diagnostica ambientale
- progettazione e gestione di reti di monitoraggio e controllo ambientale
- sviluppo di studi di impatto ambientale
- pianificazione e coordinamento di interventi per la gestione delle risorse idriche
- progettazione, realizzazione e monitoraggio di opere e infrastrutture per la gestione delle risorse idriche

- progettazione e gestione di reti di monitoraggio delle risorse idriche e di controllo ambientale
- sviluppo e impiego di modelli avanzati per la gestione delle risorse idriche e l'analisi di fenomeni ambientali
- sviluppo e applicazione di sistemi complessi per la gestione delle risorse idriche e dell'ambiente

Percorso didattico C - Tutela del Territorio e Difesa del Suolo:

- progettazione e conduzione di campagne di analisi dei rischi sul territorio
- progettazione, realizzazione e monitoraggio di interventi di difesa del territorio per la mitigazione dei rischi naturali (piene, inondazioni, terremoti, frane) e delle loro forzanti antropiche
- interventi non strutturali di zonazione idrogeologica e sismica, e di preavviso e preannuncio degli eventi estremi
- esecuzione di interventi strutturali di protezione idrogeologica, difesa e conservazione del suolo, a scala sia locale che regionale
- progettazione di interventi di regimazione del territorio mediante opere di ingegneria naturalistica
- progettazione, realizzazione e monitoraggio di interventi di stabilizzazione e consolidamento di versanti
- sviluppo e impiego di modelli avanzati per l'analisi di fenomeni ambientali
- partecipazione all'esecuzione di studi di impatto ambientale

Per quanto attiene agli sbocchi occupazionali, si specifica quanto segue per i tre orientamenti didattici:

Percorso didattico A – Climate Change Adaptation and Mitigation:

Gli sbocchi professionali includono, anche a livello di responsabilità dirigenziale in ambito nazionale o internazionale:

- pubblica amministrazione a livello nazionale e internazionale (enti, istituzioni, autorità e agenzie di gestione e pianificazione territoriale e urbana) come esperto per il controllo e la gestione degli interventi di contrasto agli effetti dei cambiamenti climatici
- grandi imprese dei settori strategici come esperto nella progettazione e realizzazione di interventi di mitigazione delle emissioni
- società di ingegneria come progettista e direttore dei lavori di realizzazione di opere di difesa dagli effetti dei cambiamenti climatici
- società di consulenza come esperto per gli aspetti di adeguamento alle politiche e alle normative nazionali ed internazionali relative ai cambiamenti climatici
- laboratori di ricerca pubblici o privati per la progettazione di soluzioni di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici
- assicurazioni e società di consulenza per la stima dei rischi indotti dal climate change
- enti e istituzioni operanti nel campo della ricerca e dell'alta formazione

Percorso didattico B – Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale:

Gli sbocchi professionali includono attività come progettista, coordinatore e collaudatore di interventi per la gestione delle risorse idriche del suolo e sottosuolo e di prevenzione, controllo e regolazione di processi potenzialmente in grado di alterare la qualità dei comparti ambientali.

Nello specifico, il laureato magistrale può trovare impiego, anche a livello di responsabilità dirigenziale in ambito nazionale o internazionale, in:

- pubblica amministrazione (enti, istituzioni, autorità e agenzie di gestione delle risorse idriche e controllo e protezione ambientale) imprese e società di servizi operanti nei settori della gestione delle risorse idriche e ambientale (servizi di approvvigionamento e distribuzione dell'acqua potabile, consorzi irrigui e di bonifica, servizi di igiene urbana, progettazione e fornitura di impianti di trattamento di effluenti, disinquinamento e smaltimento di rifiuti)
- imprese e aziende operanti nella produzione e utilizzo di strumentazione, sensoristica e sistemi di monitoraggio ambientale;
- settori Acqua, Ambiente e Sicurezza di aziende private
- settore tecnico di istituti di credito e società di assicurazione
- società di ingegneria e studi professionali di progettazione nel campo della gestione delle risorse idriche e della tutela ambientale
- enti e istituzioni operanti nel campo della ricerca e dell'alta formazione.

Percorso didattico C – Tutela del territorio e difesa del suolo

Gli sbocchi professionali includono, anche a livello di responsabilità dirigenziale in ambito nazionale o internazionale:

- pubblica amministrazione (enti, istituzioni, autorità e agenzie operanti nella difesa del suolo e nella protezione civile)
- imprese di costruzione e manutenzione di opere, impianti e infrastrutture civili sul territorio
- studi professionali, società di progettazione e imprese appaltatrici di opere, impianti e infrastrutture per la difesa del suolo nonché di sistemi di prevenzione, difesa del suolo e protezione civile
- società di ingegneria e studi professionali di progettazione nel campo della difesa del suolo
- enti e istituzioni operanti nel campo della ricerca e dell'alta formazione

Per l'esercizio della libera professione nel territorio nazionale è richiesto il superamento dell'Esame di Stato per l'abilitazione professionale e la successiva iscrizione all'Albo Professionale dell'Ordine degli Ingegneri del settore civile e ambientale. Il superamento dell'Esame di Stato abilita all'esercizio della professione di ingegnere senior (sezione A dell'Albo).

Descrizione del percorso di formazione

Il percorso formativo si articola in due anni di corso, dei quali il primo è dedicato alla preparazione di base precipua di ciascun orientamento e il secondo agli approfondimenti specifici e alla preparazione della tesi di laurea. La distribuzione dei crediti tra gli insegnamenti risulta la seguente:

Curriculum Climate Change Adaptation and Mitigation (in lingua inglese):

- 84 CFU per insegnamenti obbligatori
- 18 CFU per insegnamenti opzionali
- 17 CFU per la prova finale
- 1 CFU per abilità informatiche e telematiche

Curriculum Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (in lingua italiana; Percorsi didattici "Gestione delle Risorse Idriche e Risanamento Ambientale" e "Tutela del Territorio e Difesa del Suolo"):

- 57 CFU per insegnamenti obbligatori comuni a entrambi i percorsi didattici
- 33 CFU per insegnamenti obbligatori specifici per ciascun percorso didattico
- 12 CFU per insegnamenti opzionali
- 17 CFU per la prova finale
- 1 CFU per abilità informatiche e telematiche

La quota dell'impegno orario a disposizione dello studente per lo studio personale o per altre attività formative di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo.

Il percorso formativo è articolato in semestri, nei quali vengono sviluppate in progressione le specifiche competenze e abilità descritte nel dettaglio nei quadri successivi.

Le modalità e gli strumenti didattici adottati per il conseguimento dei risultati di apprendimento consistono in lezioni ed esercitazioni in aula, attività di laboratorio e esperienze in campo, attività progettuali, visite tecniche, attività seminariali.

La formazione specifica per ciascun percorso didattico comprende le discipline di seguito indicate.

Percorso didattico A – Climate Change Adaptation and Mitigation:

Urban climatology (ICAR/01), Hydraulic risk adaptation and mitigation measures e Groundwater management and conservation (ICAR/02, GEO/05), Waste management and role in climate change e Greenhouse gases: control and treatment (ICAR/03), Remote sensing and Geo Big Data (ICAR/06), Environmental geophysics (GEO/11), Environmental economics and law (SECS-P/01 e IUS/10), Renewable energy (ING-IND/31), Sustainable development and planning e Policies and actions for climate change mitigation (ICAR/20), Landslides and slope engineering (ICAR/07), Urban mining and recycling of materials (ING-IND/29), Assessment and sustainable use of environmental resources (GEO/09) e Sustainable mobility (ICAR/05).

Percorso didattico B – Gestione delle Risorse Idriche e Risanamento Ambientale:

Idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), fondamenti di chimica ambientale (CHIM/07), trattamento delle acque, studio di impatto ambientale e analisi di rischio (ICAR/03), caratterizzazione di siti contaminati (ING/IND 29) e economia e normativa ambientale (SECS-P/01 e IUS/10).

Percorso didattico C – Tutela del Territorio e Difesa del Suolo:

Idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), protezione idraulica del territorio (ICAR/02), meccanica delle rocce e valutazione e mitigazione del rischio sismico (ICAR/07), tecnica delle costruzioni (ICAR/09).

Le modalità e gli strumenti didattici adottati per il conseguimento dei risultati di apprendimento consistono in lezioni ed esercitazioni in aula, attività di laboratorio e esperienze in campo, attività progettuali, visite tecniche, attività seminariali.

La struttura di ciascun Percorso didattico è dettagliata di seguito.

Percorso didattico A - "Climate Change Adaptation and Mitigation"

Manifesto degli studi

Insegnamenti obbligatori

SSD Insegnamento CFU Anno Sem

ICAR/01 Urban climatology 9 1 1

ICAR/02 Hydraulic risk adaptation and mitigation measures 9 1 2

ICAR/03 Waste management and role in climate change 9 2 1

ICAR/03 Greenhouse gases: control and treatment 6 2 2

ICAR/06 Remote sensing and Geo Big Data 9 1 2

GEO/11 Environmental geophysics 9 2 1

ING-IND/35, IUS/10 Environmental economics and law 9 1 1

ING-IND/31 Renewable energy 6 2 2

ICAR/20 Sustainable development and planning 9 1 1

ICAR/07 Landslides and slope engineering 6 1 2

ING-IND/29 Urban mining and recycling of materials 9 2 1

Insegnamenti a scelta libera consigliati

SSD Insegnamento CFU Anno Sem

ICAR/20 Policies and actions for climate change mitigation 6 2 2

ICAR/01, ICAR/03 Modelling of Environmental Pollution 6 2 2

ICAR/06 Geolocation and Navigation 6 2 1

ICAR/02 Coastal engineering 6 2 2

GEO/05 Groundwater management and conservation 6 2 2

GEO/09 Assessment and sust. use of environ. resources 6 2 2

ICAR/05 Sustainable mobility 6 2 1

Percorsi didattici B - "Gestione delle Risorse Idriche e Risanamento Ambientale" e C – "Tutela del Territorio e Difesa del Suolo"

Manifesto degli studi

Insegnamenti obbligatori

SSD Insegnamento CFU Anno Sem Perc.

ICAR/01 Idraulica ambientale e marittima 9 1 2 B, C

ICAR/02 Costruz. idrauliche ambiente e difesa suolo 9 1 1 B, C

ICAR/03 Bonifica, ripristino e riquel. suoli contaminati 9 1 1 B, C

GEO/05 Idrogeologia applicata 6 2 1 B, C

ICAR/07 Geotecnica per l'ambiente e il territorio (6/9) 6 2 1 B, C

GEO/11 Geofisica applicata all'ingegneria 9 1 1 B, C

ICAR/20 Pianificazione territoriale 9 1 2 B, C

ICAR/03 Impianti di trattamento delle acque 9 2 2 B

CHIM/07 Fondamenti di chimica ambientale 6 1 2 B

ING-IND/29 Campionamento e tratt. fis. suoli contaminati 6 1 2 B

ICAR/03 Studio di impatto ambientale e analisi di rischio 9 2 2 B

ING-IND/35, IUS/10 Environmental economics and law 9 2 1 B

ICAR/02 Hydraulic risk adaptation and mitigation measures 9 2 2 C

ICAR/09 Tecnica delle costruzioni 9 1 2 C

ICAR/07 Meccanica delle rocce 6 2 1 C

ICAR/07 Valutazione e mitig. rischio geotecnico sismico 6 2 2 C

Gli insegnamenti opzionali offerti includono tutti gli insegnamenti degli altri due percorsi didattici.

Caratteristiche della prova finale

La prova finale è un momento formativo importante del curriculum e consiste nella redazione, presentazione e discussione di una tesi su argomento inerente le tematiche applicative dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, da svolgersi, sotto la guida di un docente relatore, nell'ambito delle discipline del Corso di Laurea Magistrale; il suo superamento consente l'acquisizione di 17 CFU.

La prova finale è un'occasione formativa individuale a completamento del percorso di studi e consiste nella stesura di un elaborato prodotto a seguito di un lavoro di tesi su tematiche proprie del corso di studi.

L'argomento e la tipologia dell'elaborato finale di laurea vengono assegnati dal docente a cui lo studente sceglie di rivolgersi, nell'ambito delle discipline del corso di laurea.

La prova finale riguarda l'applicazione di metodologie innovative alla soluzione di problemi specifici anche complessi, sotto la guida di uno o più docenti, e spesso con l'aiuto della supervisione di un tutore esterno (con attivazione di tirocinio formativo esterno).

Gli obiettivi dell'elaborato della prova finale di laurea sono: introdurre il candidato all'analisi e all'elaborazione personale di informazioni acquisite attraverso una ricerca bibliografica sull'argomento assegnato e lo svolgimento di semplici valutazioni; formare il candidato a un'esposizione in pubblico di un argomento di carattere tecnico-scientifico.

Il laureando è chiamato a redigere un esaustivo documento di tesi (eventualmente anche in inglese), a preparare una breve sintesi del lavoro finale di laurea attenendosi a un format prestabilito, da inviare alla Commissione di Laurea prima della discussione, e a predisporre una presentazione da esporre alla Commissione stessa in sede di discussione finale.

Nell'ambito della fase di elaborazione della prova finale dovranno essere approfondite le conoscenze relative alle abilità informatiche e telematiche, che daranno diritto all'acquisizione di 1 ulteriore CFU.

SEZIONE 2 - NORME GENERALI:

Conoscenze richieste per l'accesso e modalità di ammissione

Per essere ammessi al corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso della laurea o del diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Prima dell'iscrizione, devono essere accertati sia il possesso dei requisiti curriculari sia l'adeguatezza della preparazione personale, secondo le modalità di seguito specificate.

Requisiti curriculari

I requisiti curriculari sono sufficienti se nel corso di laurea o di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo è stato conseguito un numero minimo di crediti (o carico di studio equivalente) in ciascuno dei gruppi di discipline di base di seguito indicati:

Gruppo discipline Settore scientifico disciplinare CFU min

Matematica, Probabilità e Statistica, Informatica MAT/03; MAT/05; MAT/06; MAT/07; MAT/08; SECS-S/01; SECS-S/02; SECS-S/06; ING-INF/05 33

Fisica FIS/01; FIS/02; FIS/03; FIS/06; FIS/07 18

Chimica CHIM/03; CHIM/04; CHIM/06; CHIM/07; CHIM/12 6

Nel caso di studenti con titolo conseguito all'estero la congruenza con i settori scientifico-disciplinari verrà valutata dalla Commissione di ammissione del CAD.

Deve inoltre essere comprovata la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese. In particolare è richiesto che, nel corso di laurea o di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo, siano stati conseguiti almeno 6 CFU in attività formative in lingua inglese, o che si possieda idonea certificazione di livello equivalente al B2 (CEFR - Common European Framework of Reference for Languages).

Preparazione personale

La preparazione individuale deve essere tale da garantire un livello di conoscenze adeguato ad affrontare lo studio magistrale. La preparazione personale è ritenuta idonea se nel corso di laurea o di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo è stato conseguito un numero adeguato di crediti (o carico di studio equivalente) in ciascuno dei gruppi di discipline di seguito indicati. Il numero minimo di crediti richiesti in ciascun gruppo di discipline è differenziato in base alla valutazione finale (di laurea, di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo) secondo quanto di seguito dettagliato.

voto >102/110 voto <102/110

Gruppo discipline Settore scientifico disciplinare CFU min CFU min

Teoria e tecnica dei fluidi ICAR/01, ING-IND/06, ICAR/02 9 12

Teoria e tecnica dei solidi ICAR/07, ICAR/08, ICAR/09 12 15

Fondamenti di ingegneria chimica e ambientale ICAR/03, ING-IND/22, ING-IND/24, ING-IND/27 0 6

Discipline caratterizzanti e affini dell'Ingegneria Civile-Ambientale e Industriale GEO/05, GEO/11, ICAR/04, ICAR/05, ICAR/06, ICAR/10, ICAR/17, ICAR/20, ING-IND/08, ING-IND/09, ING-IND/10, ING-IND/11, ING-IND/19, ING-IND/31, ING-IND/33, ING-IND/28, ING-IND/29, ING-IND/30 18 24

Nel caso di studenti con titolo conseguito all'estero la congruenza con i settori scientifico-disciplinari verrà valutata dalla Commissione di ammissione del CAD.

Nel caso in cui i requisiti di ammissione relativi alla preparazione personale non siano rispettati, il candidato è tenuto ad adeguare tale preparazione mediante il superamento delle verifiche di profitto nelle relative discipline, con modalità indicate dalla Commissione Didattica del CAD in Ingegneria Ambientale. Si precisa che il superamento di tali prove di verifica non dà luogo all'acquisizione di CFU validi per il Corso di Laurea magistrale.

Percorsi formativi

Lo studente è tenuto a presentare almeno una volta nel proprio percorso didattico un percorso formativo che definisce il piano degli studi. Il percorso formativo viene presentato dallo studente attraverso il portale Infostud nei periodi fissati dalla struttura didattica ed è soggetto all'approvazione da parte del CAD, che ne valuta la congruenza con gli obiettivi formativi attesi. Il percorso formativo può essere presentato una sola volta per ciascun anno accademico, a meno di motivate necessità di successive modifiche.

Calendario didattico

Il calendario delle lezioni e quello degli esami di profitto sono fissati annualmente dalla Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale (per dettagli consultare <http://www.ing.uniroma1.it/didattica/calendario-didattico>).

Il calendario delle lezioni prevede due semestri didattici, di regola nei periodi settembre-dicembre e febbraio-maggio di ciascun anno accademico.

Il calendario degli esami di profitto prevede 5 sessioni ordinarie (di norma nei periodi gennaio-febbraio, giugno-luglio e settembre) e 2 sessioni straordinarie (di norma nei periodi ottobre-novembre e marzo-aprile).

Il calendario di dettaglio degli esami di profitto per i diversi insegnamenti e attività formative è stabilito annualmente dal CAD sulla base di criteri di adeguata distribuzione dei singoli appelli d'esame nei periodi previsti, idonea distanza temporale tra appelli dello stesso insegnamento/attività e assenza di sovrapposizioni tra appelli del medesimo anno di corso. Tale calendario viene pubblicato all'inizio di ciascun anno accademico nel sito web del CAD alla pagina <https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/calendario-esami/calendario-esami>.

Frequenza

La frequenza degli insegnamenti non è in generale obbligatoria. Sono previsti specifici obblighi di frequenza solo per le attività seminariali, di laboratorio o altre attività pratiche; tale obbligo è esplicitamente richiamato per ognuna di queste attività.

Regime a tempo parziale

Gli studenti del corso di studio possono optare per il regime di iscrizione a tempo parziale, che comporta un'estensione della durata complessiva del

percorso di formazione e l'obbligo di sostenere un minor numero di CFU annui.

Anticipazioni di esami

Lo studente che abbia sostenuto tutti gli esami ad eccezione di al massimo uno tra quelli previsti per il primo anno di corso può chiedere l'anticipazione di esami dell'anno successivo. Il numero massimo di crediti per i quali può essere chiesta l'anticipazione è fissato in base al numero di crediti totali sostenuti dallo studente nell'anno in corso, ridotto in misura proporzionale al periodo residuo disponibile rispetto alla durata complessiva del periodo didattico.

Studenti decaduti

In caso di decadimento dalla qualità di studente, il CAD potrà deliberare il reintegro nell'ultimo ordinamento vigente, riconoscendo tutti o in parte i crediti acquisiti. Per la procedura di reintegro consultare il Manifesto Generale degli Studi dell'Ateneo (<https://www.uniroma1.it/it/pagina/regolamento-studenti>).

Trasferimenti

In caso di trasferimento da altro Ateneo, da altra Facoltà de La Sapienza o da altro corso di studio, il CAD potrà riconoscere i crediti già acquisiti, di norma in misura non superiore a quelli dei settori scientifico-disciplinari (SSD) previsti nel manifesto degli studi e fino ad un massimo di 12 CFU in SSD non previsti dal Manifesto degli studi.

In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il CAD esamina di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifici disciplinari.

I corsi seguiti nelle Università Europee o estere, con le quali l'Ateneo ha in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi.

Per le procedure di trasferimento e riconoscimento CFU consultare il Manifesto Generale degli Studi dell'Ateneo (<http://archivio.uniroma1.it/mgds>).

Programmi e materiali didattici

I programmi degli insegnamenti attivati e altri materiali informativi sono consultabili sul sito internet del CAD in Ingegneria Ambientale <https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/corsi-e-docenti>.

I materiali didattici sono generalmente consultabili sulle pagine personali dei docenti del Corso di Laurea, raggiungibili dal sito del Dipartimento di afferenza, nonché nella sezione "Frequentare" del sito web istituzionale del corso di laurea (<https://corsidilaurea.uniroma1.it>).

Percorso di eccellenza

Il CAD istituisce annualmente un percorso di eccellenza con lo scopo di valorizzare la formazione degli studenti meritevoli e interessati ad attività di approfondimento metodologico e applicativo e di integrazione culturale e di approccio alla metodologia della ricerca scientifica negli ambiti propri dell'Ingegneria Ambientale.

Il percorso consiste in attività formative, aggiuntive a quelle curriculari, volte a valorizzare gli studenti che, durante il primo anno del corso di studi, abbiano dato prova di essere particolarmente meritevoli.

L'accesso al Percorso di eccellenza avviene su domanda dell'interessato, presentata secondo quanto previsto dal bando unico di Facoltà e dal Regolamento approvato dal CAD (disponibile alla pagina <https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/bacheca/regolamenti>). Annualmente viene pubblicato un bando per l'ammissione al Percorso di eccellenza nel quale sono specificati i criteri di selezione e il numero di posti disponibili.

Contestualmente al conseguimento del titolo di Laurea magistrale entro la durata prevista dal corso di studio, lo studente che abbia terminato positivamente il Percorso di eccellenza riceve un'attestazione che sarà registrata sulla carriera dello studente stesso. Unitamente a tale certificazione, l'Ateneo conferisce allo studente un premio pari all'importo delle tasse versate nell'ultimo anno.

Verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame di profitto che può prevedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal docente, pubblicate nella scheda insegnamento disponibile alla pagina "Frequentare" del sito web istituzionale del CdS (<https://corsidilaurea.uniroma1.it/>). Per alcune attività è previsto in luogo dell'esame un giudizio di idoneità, le cui modalità di verifica sono anch'esse definite dal docente.

Valutazione della qualità

Il corso di studio, in collaborazione con l'Ateneo, contribuisce a rilevare l'opinione degli studenti frequentanti per tutti gli insegnamenti. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso qualità la cui responsabilità è affidata alla Commissione Valutazione e Qualità del CAD, nonché a docenti, studenti e personale del CdS. I risultati delle rilevazioni e delle analisi sono utilizzati per la definizione delle eventuali azioni di miglioramento ritenute necessarie.

Servizi di tutorato

I docenti designati per lo svolgimento dei servizi di tutorato a supporto degli studenti sono i seguenti:

Prof. Giovanni Attili

Prof. Mattia Giovanni Crespi

Prof.ssa Alessandra Poletini

Prof. Paolo Monti

Prof.ssa Tatiana Rotonda

Inoltre, il Corso di Laurea si avvale dei servizi di tutorato messi a disposizione dalla Facoltà, utilizzando anche appositi contratti integrativi.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Ordinamento Didattico

Richiamati i criteri e le procedure esposti nel riassunto della relazione generale del NVA e le note relative alle singole facoltà, acquisiti i pareri della Commissione per l'innovazione didattica, considerate le schede e la documentazione inviate dalla facoltà e dal NVF, il Nucleo attesta che questo corso soddisfa i criteri relativi alla corretta progettazione della proposta, alla definizione delle politiche di accesso, ai requisiti di trasparenza e ai requisiti di numerosità minima di studenti. Apprezza il contributo specifico del corso all'offerta formativa della classe che ne giustifica l'istituzione in presenza di altri corsi nella medesima classe LM-35. Il NVA ritiene inoltre che il corso sia pienamente sostenibile rispetto alla docenza di ruolo e non di ruolo e considera pienamente adeguati il numero e la capienza delle aule, le altre strutture e i servizi di supporto esistenti che la facoltà può rendere disponibili. Il NVA attesta che la proposta soddisfa tutti i criteri ora valutabili previsti dalla normativa e dal Senato Accademico ed esprime parere favorevole all'istituzione del corso.

Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni

Le esigenze delle Parti interessate sono state individuate sia attraverso l'analisi di fonti normative, studi e ricerche di Alma Laurea, Ordine degli Ingegneri e Confindustria sia attraverso le consultazioni dirette. Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito' siglato con Grandi Imprese nazionali, con l'obiettivo di concorrere alla valutazione, progettazione e sviluppo di un'offerta formativa adeguata alle esigenze del mondo del lavoro, integrare il processo formativo, orientare gli studenti e facilitarne l'ingresso nel mondo del lavoro. In questo ambito si sono realizzati incontri a diversi livelli (Comitato paritetico e tecnico) e manifestazioni pubbliche. Ulteriori occasioni di consultazioni sono state gestite dal CdA per lo sviluppo dei tirocini e dai Dipartimenti nei rapporti di collaborazione di ricerca. Nell'incontro finale della consultazione del 24 gennaio

2008, sulla base delle motivazioni presentate e tenuto conto della consultazione e delle valutazioni effettuate precedentemente dalle facoltà proponenti, considerando favorevolmente la razionalizzazione dell'offerta complessiva con riduzione del numero dei corsi, in particolare dei corsi di laurea, preso atto che nessun rilievo è pervenuto nella consultazione telematica che ha preceduto l'incontro e parimenti nessun rilievo è stato formulato durante l'incontro, viene espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi, in applicazione del DM270 e successivi decreti.

Obiettivi formativi specifici del Corso

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si propone di formare una figura professionale di tipo ingegneristico nell'ambito della mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, della gestione delle risorse idriche, della prevenzione e del controllo dell'inquinamento, del risanamento ambientale, della tutela del territorio e della difesa del suolo, che sia in grado di analizzare problemi, realizzare modelli a supporto delle decisioni, pianificare e progettare azioni e interventi di interesse ambientale e territoriale utilizzando approcci, tecniche e strumenti moderni e innovativi, generalmente interdisciplinari. L'intrinseca complessità dei problemi ingegneristici relativi a queste tematiche chiave nel panorama italiano e internazionale richiede competenze tecniche specifiche, che vengono sviluppate nel percorso formativo secondo tre percorsi didattici distinti: A – Ingegnere ambientale esperto in Climate Change Adaptation and Mitigation (erogato in lingua inglese) Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche: - Modellazione dei sistemi climatici e loro interazione con i sistemi antropici - Valutazione e mitigazione del rischio idrogeologico connesso ai mutamenti climatici - Gestione dei rifiuti e mitigazione delle emissioni di gas serra - Osservazione della Terra e gestione delle informazioni territoriali (Geo Big Data) - Rilevamento e il monitoraggio dell'ambiente e del sottosuolo - Sviluppo sostenibile e pianificazione territoriale e urbanistica - Gestione e riciclo delle materie prime e delle risorse naturali La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: climatologia delle aree urbane (ICAR/01), protezione idraulica del territorio e gestione delle risorse idriche (ICAR/02, GEO/05), gestione sostenibile dei rifiuti solidi e mitigazione delle emissioni di gas serra (ICAR/03), osservazione della Terra e gestione delle informazioni territoriali (Geo Big Data) (ICAR/06), geofisica per il rilevamento e il monitoraggio dell'ambiente e del sottosuolo (GEO/11), economia e legislazione ambientale (SECS-P/01 e IUS/10), tecnologie per la produzione di energie rinnovabili (ING-IND/31), sviluppo sostenibile e pianificazione territoriale e urbanistica per la mitigazione dei cambiamenti climatici (ICAR/20), stabilità dei pendii e opere di stabilizzazione e consolidamento (ICAR/07), recupero e riciclo di materie secondarie (ING-IND/29), utilizzo sostenibile delle risorse ambientali (GEO/09) e mobilità sostenibile (ICAR/05). B – Ingegnere ambientale esperto in Gestione delle risorse idriche e Risanamento ambientale (erogato in italiano) Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche: - Gestione, riciclo e trattamento delle risorse idriche - Difesa del suolo - Messa in sicurezza e risanamento di comparti ambientali degradati - Trattamento delle acque - Studio di impatto ambientale - Monitoraggio del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche - Pianificazione e tutela del territorio La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), fondamenti di chimica ambientale (CHIM/07), trattamento delle acque, studio di impatto ambientale e analisi di rischio (ICAR/03), caratterizzazione di siti contaminati (ING/IND 29) e economia e normativa ambientale (SECS-P/01 e IUS/10), C – Ingegnere ambientale esperto in Tutela del territorio e Difesa del suolo (erogato in italiano) Gli obiettivi formativi sono rappresentati dall'acquisizione di conoscenze, abilità e competenze sulle seguenti tematiche: - Protezione idraulica del territorio - Caratterizzazione e difesa del suolo - Mitigazione del rischio sismico - Tecnica delle costruzioni - Messa in sicurezza e risanamento di comparti ambientali degradati - Pianificazione e tutela del territorio - Monitoraggio del suolo, del sottosuolo e delle risorse idriche La formazione specifica comprende le discipline di seguito indicate: idraulica ambientale e marittima (ICAR/01), costruzioni idrauliche applicate alla tutela dell'ambiente e alla difesa del suolo (ICAR/02), bonifica dei siti contaminati (ICAR/03), idrogeologia applicata (GEO/05), geotecnica per l'ambiente e il territorio (ICAR/07), geofisica applicata all'ingegneria (GEO/11), pianificazione territoriale (ICAR/20), protezione idraulica del territorio (ICAR/02), meccanica delle rocce e valutazione e mitigazione del rischio sismico (ICAR/07), tecnica delle costruzioni (ICAR/09). Il percorso formativo si articola in due anni di corso, dei quali il primo è dedicato alla preparazione di base precipua di ciascun percorso didattico, mentre il secondo si focalizza su approfondimenti specifici e sulla preparazione della tesi di laurea. La ripartizione dei crediti tra i due anni di corso risulta la seguente: Primo anno: 54-57 CFU per insegnamenti di base per ciascun percorso didattico Secondo anno: 33-36 CFU per insegnamenti a completamento della formazione specifica del percorso didattico 12 CFU a scelta libera dello studente 17 CFU per la prova finale 1 CFU per abilità informatiche e telematiche La quota dell'impegno orario a disposizione dello studente per lo studio personale o per altre attività formative di tipo individuale è pari ad almeno il 60% dell'impegno orario complessivo. Il percorso formativo è articolato in semestri, nei quali vengono sviluppate in progressione le specifiche competenze e abilità descritte nel dettaglio nei quadri successivi. Le modalità e gli strumenti didattici adottati per il conseguimento dei risultati di apprendimento dettagliati nei successivi quadri consistono in lezioni ed esercitazioni in aula, attività di laboratorio ed esperienze in campo, attività progettuali, visite tecniche, attività seminariali. La verifica del raggiungimento dei risultati di apprendimento attesi viene condotta mediante valutazioni formative intermedie (prove in itinere, prove di esonero) ed esami di profitto.

Conoscenza e capacità di comprensione

Il laureato magistrale possiede conoscenze approfondite sull'impiego di metodologie per la progettazione, la realizzazione e la gestione di opere e interventi di usuale competenza di un Ingegnere per l'Ambiente ed il Territorio, quali la tutela e la protezione dell'ambiente, l'adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici e la loro mitigazione, la gestione delle risorse idriche, la progettazione e il governo del territorio e la gestione eco-compatibile delle risorse la tutela del territorio e la difesa del suolo. Tali conoscenze e capacità sono essenziali per poter identificare, affrontare e risolvere, anche in modo innovativo, e attraverso un maturo atteggiamento progettuale, problemi complessi che possono richiedere un approccio interdisciplinare tipico dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio. Al termine del corso di studi, il laureato magistrale consegue la capacità di comprendere i diversi aspetti legati al suo settore di studio anche utilizzando testi di natura specialistica. Gli strumenti didattici previsti per la acquisizione delle conoscenze e della capacità di comprensione sono le lezioni frontali, le esercitazioni e, ove necessario, le attività di laboratorio istituzionali nell'ambito degli insegnamenti; le attività seminariali integrative all'interno dei corsi o complementari; la partecipazione ad attività esterne (convegni, visite guidate, stages, ecc.). La verifica dell'avvenuta acquisizione di tali capacità e dei risultati effettivamente raggiunti avviene attraverso prove scritte e/o prove pratiche e/o colloqui orali e per alcuni insegnamenti mediante elaborati progettuali. Le modalità di verifica di tali capacità nonché i criteri adottati ai fini della loro valutazione sono differenziati a seconda della tipologia e della natura di attività e sono dettagliati specificamente nelle schede dei singoli insegnamenti, compilati dal docente responsabile all'inizio di ciascun anno accademico.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

I laureati saranno in grado di gestire la complessità tipica dei problemi ambientali e territoriali, anche attraverso adeguate capacità e abilità progettuali, nonché di formulare giudizi e valutazioni critiche sulla base di informazioni limitate o incomplete, considerando le implicazioni ecosistemiche degli interventi antropici e i presupposti scientifici che regolano il comportamento della biosfera, nonché le responsabilità sociali ed etiche connesse all'applicazione delle loro conoscenze e giudizi. Specifiche capacità saranno maturate nel campo della progettazione: capacità di usare le proprie conoscenze per progettare soluzioni (opere, interventi) a problemi complessi, anche poco noti o interdisciplinari, affrontando, con le appropriate metodologie, le fasi di management dei relativi progetti e valutando gli effetti sull'ambiente; capacità di sperimentazione in condizioni opportune; capacità creativa per lo sviluppo di approcci innovativi ed originali; capacità di interagire con i processi sociali e culturali; capacità di operare in condizioni di incertezza; capacità di articolare studi, anche di elevata complessità, tesi a valutare il rapporto costi/benefici, raffrontando diverse soluzioni ad un dato problema; capacità di aggiornare le proprie conoscenze rispetto allo stato dell'arte della tecnologia anche attraverso la capacità di comprensione degli articoli tecnico/scientifici della letteratura internazionale di riferimento; capacità di comunicare e trasferire le proprie conoscenze tecniche al proprio gruppo di lavoro; capacità di riportare la

realizzazione di sistemi alle normative vigenti, verificando il rispetto dei vincoli di legge e delle norme tecniche di settore. Queste capacità vengono conseguite mediante l'erogazione di specifici insegnamenti in presenza, che prevedono lezioni, esercitazioni e attività di laboratorio. La verifica dell'avvenuta acquisizione di tali capacità avviene attraverso prove di esame in forma orale e/o scritta, e per alcuni insegnamenti mediante la verifica di elaborati progettuali, nonché durante la preparazione della prova finale. Le modalità di verifica di tali capacità nonché i criteri adottati ai fini della loro valutazione sono differenziati a seconda della tipologia e della natura di attività e sono dettagliati specificamente nelle schede dei singoli insegnamenti, compilati dal docente responsabile all'inizio di ciascun anno accademico

Autonomia di giudizio

L'autonomia di giudizio dello studente viene sviluppata attraverso diverse azioni. Nella maggior parte degli insegnamenti sono previste esercitazioni e/o attività di laboratorio nelle quali gli studenti singolarmente e/o in gruppo devono provvedere autonomamente all'acquisizione, all'analisi e all'elaborazione dei dati per poterne formulare correttamente l'interpretazione. Vengono messe a confronto diverse metodologie di analisi e i risultati devono essere valutati in maniera critica. Inoltre, lo studente, sia nelle relazioni dei lavori svolti in laboratori, sia nella preparazione della prova finale, deve essere in grado di valutare quali argomenti debbano essere maggiormente approfonditi e reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione della tematica affrontata. L'autonomia di giudizio viene acquisita dallo studente in maniera prevalente mediante attività di laboratorio, esercitazioni pratiche, attività progettuali nonché attraverso lo studio individuale. La verifica del raggiungimento di tali capacità viene effettuata durante le revisioni degli elaborati progettuali prodotti, nella discussione e correzione delle esercitazioni, nella stesura dell'elaborato di tesi e durante la discussione della prova finale. Con riferimento agli obiettivi di apprendimento associati alla capacità di indagine e alla pratica ingegneristica, il laureato sarà in grado di utilizzare metodi appropriati per condurre indagini su argomenti tecnici dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione.

Abilità comunicative

La capacità di comunicare in modo chiaro ed efficace è un requisito particolarmente importante: la natura tipicamente interdisciplinare del settore esige infatti frequenti interazioni con soggetti provenienti da contesti culturali molto ampi ed assai diversificati. In relazione alle capacità trasversali, i laureati nel corso di Laurea Magistrale acquisiranno competenze per: - comunicare in modo chiaro e argomentare le loro conclusioni, nonché le conoscenze e gli orientamenti scientifici ad esse sottese, ad interlocutori specialisti e non specialisti; - gestire le relazioni con la pluralità di soggetti, specialisti e non specialisti, coinvolti nei problemi di tutela dell'ambiente, dell'uso eco-compatibile delle risorse, della gestione e pianificazione ambientale e territoriale, della difesa del suolo e dello sviluppo sostenibile; - saper operare in autonomia, ma anche lavorare come componente di un gruppo e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti; - coordinare un gruppo, anche a carattere interdisciplinare; Tali capacità sono sviluppate nel corso delle regolari attività formative previste e attraverso diversi momenti di discussione e confronto nei lavori di gruppo e nelle varie occasioni di incontro con rappresentanti del mondo del lavoro (convegni, testimonial, visite guidate ecc). La verifica di tali capacità trasversali viene condotta attraverso le prove di esame di profitto (che in generale prevedono prove sia scritte sia orali), la revisione degli elaborati progettuali prodotti dagli studenti, nella discussione e correzione delle esercitazioni, nonché in presentazioni collettive di attività specifiche sviluppate nell'ambito dei singoli insegnamenti, costituendo uno stimolo a comunicare nelle diverse forme previste. Un ulteriore apporto in tal senso viene fornito dalla prova finale. Essa, infatti, prevede la discussione orale di un elaborato adeguatamente articolato su una tematica di interesse con una valutazione finalizzata alla verifica, oltre che delle capacità di comprensione, analisi, sintesi, ed elaborazione, anche di quelle espositive del candidato

Capacità di apprendimento

I laureati nel corso di laurea magistrale sviluppano quelle capacità di apprendimento che consentono loro di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche ambientali e territoriali emergenti (a livello locale e a livello globale) in un campo in continua evoluzione. Le capacità di apprendimento sono garantite da una padronanza delle conoscenze specialistiche e delle metodologie di approfondimento critico che consentono e stimolano un apprendimento lungo l'intero arco della vita professionale. Coerentemente con quanto già esposto per le altre capacità trasversali, la valutazione delle capacità così acquisite viene condotta non solo attraverso le tradizionali modalità di verifica dell'apprendimento (prove d'esame scritte e orali), ma anche tramite la stesura di relazioni di gruppo o individuali su attività progettuali e/o di laboratorio. Il materiale didattico offerto è molto ampio e lo studente è stimolato ad approfondire le sue conoscenze anche attraverso testi riportati in bibliografia o autonomamente reperiti. Ciò avviene in particolare durante la stesura delle relazioni delle attività di laboratorio e progettuali nonché della prova finale.

Requisiti di ammissione

Per essere ammessi al corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso di titolo di laurea o di diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. Prima dell'iscrizione, devono essere accertati sia il possesso dei requisiti curriculari sia l'adeguatezza della preparazione personale, secondo le modalità di seguito specificate. 1. Requisiti curriculari I requisiti curriculari sono sufficienti se nel corso di laurea o di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo è stato conseguito un numero minimo di crediti (o carico di studio equivalente) in ciascuno dei gruppi di discipline di base di seguito indicati: Matematica, Probabilità e Statistica, Informatica (MAT/03; MAT/05; MAT/06; MAT/07; MAT/08; SECS-S/01; SECS-S/02; SECS-S/06; ING-INF/05): min 33 CFU Fisica (FIS/01; FIS/02; FIS/03; FIS/06; FIS/07): min 18 CFU Chimica (CHIM/03; CHIM/04; CHIM/06; CHIM/07; CHIM/12): min 6 CFU Nel caso di studenti con titolo conseguito all'estero la congruenza con i settori scientifico-disciplinari verrà valutata dalla Commissione di ammissione del CAD. Deve inoltre essere comprovata la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese ad un livello non inferiore al B2 del QCER. 2. Preparazione personale La preparazione individuale deve essere tale da garantire un livello di conoscenze adeguato ad affrontare lo studio magistrale. Tale verifica è obbligatoria e viene effettuata secondo le modalità indicate nel regolamento didattico del CdS, a cui pertanto si rimanda per gli specifici dettagli.

Prova finale

Il corso di Laurea Magistrale è completato con una prova finale di 17 CFU nella quale l'Allievo ha la possibilità di affrontare un tema rilevante, specifico dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, applicando le competenze acquisite. La prova finale è un'occasione formativa individuale a completamento del percorso di studi e consiste nella stesura di un elaborato prodotto a seguito di un lavoro di tesi su tematiche proprie del corso di studi. L'argomento e la tipologia dell'elaborato finale di laurea vengono assegnati dal docente a cui lo studente sceglie di rivolgersi, nell'ambito delle discipline del corso di laurea. La prova finale riguarda l'applicazione di metodologie innovative alla soluzione di problemi specifici anche complessi, sotto la guida di uno o più docenti, e spesso con l'aiuto della supervisione di un tutore esterno (con attivazione di tirocinio formativo esterno). Gli obiettivi dell'elaborato della prova finale di laurea sono: introdurre il candidato all'analisi e all'elaborazione personale di informazioni acquisite attraverso una ricerca bibliografica sull'argomento assegnato e lo svolgimento di semplici valutazioni; formare il candidato a un'esposizione in pubblico di un argomento di carattere tecnico-scientifico. La preparazione della prova finale consente pertanto ai laureandi di acquisire sia l'autonomia di giudizio richiesta nell'elaborazione critica di informazioni teoriche, di dati sperimentali o di risultati di modelli, sia le abilità comunicative nell'esposizione e discussione del lavoro di tesi di fronte alla Commissione di esperti.

Nell'ambito della fase di elaborazione della prova finale dovranno essere approfondite le conoscenze relative alle abilità informatiche e telematiche, che daranno diritto all'acquisizione di 1 ulteriore CFU

Motivi dell'istituzione di più corsi nella classe

'La proposta di istituzione di due corsi di laurea magistrale nell'ambito della classe si motiva con l'intenzione di voler formare competenze specifiche nei diversi campi dell'ingegneria ambientale, anche tenendo conto di specifiche esigenze professionali a livello territoriale. In particolare, il corso di laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio si propone di formare una figura professionale, con competenze specifiche di tipo ingegneristico nell'ambito della prevenzione e del controllo dell'inquinamento, della gestione sostenibile del territorio e delle risorse e della difesa del suolo, che sia in grado di analizzare problemi, realizzare modelli, pianificare e progettare azioni e interventi, di interesse ambientale e territoriale mediante approcci, tecniche e strumenti allo stato dell'arte generalmente interdisciplinari. Infine, il corso di laurea magistrale in Ingegneria dell'Ambiente per lo Sviluppo Sostenibile si pone l'obiettivo di fornire la piena capacità nella progettazione, controllo e regolazione dei processi, degli interventi, degli impianti e delle opere che comportano modificazioni della biosfera in riferimento alle funzioni antropiche nonché alle risorse di interesse attuale e potenziale per l'uomo, con particolare riguardo al monitoraggio ambientale e al recupero di risorse secondarie. Si sottolinea peraltro che tale corso di laurea magistrale, impartito presso la sede di Latina, è dotato di un bacino di utenza indipendente da quello degli altri due e si caratterizza anche per una peculiare vocazione rivolta alle esigenze specifiche del territorio pontino.'

Comunicazioni dell'ateneo al CUN

Si segnala che, per puro errore materiale, era stato indicato esclusivamente l'italiano come lingua di erogazione del corso. Poiché la modifica dell'ordinamento proposta è finalizzata all'introduzione di un curriculum interamente in lingua inglese (questione esplicitata estesamente nel testo della Scheda SUA-CdS), si precisa di aver modificato la lingua di erogazione in 'italiano/inglese', a correzione del predetto errore materiale.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione - Scheda SUA

Richiamati i criteri e le procedure esposti nel riassunto della relazione generale del NVA e le note relative alle singole facoltà, acquisiti i pareri della Commissione per l'innovazione didattica, considerate le schede e la documentazione inviate dalla facoltà e dal NVF, il Nucleo attesta che questo corso soddisfa i criteri relativi alla corretta progettazione della proposta, alla definizione delle politiche di accesso, ai requisiti di trasparenza e ai requisiti di numerosità minima di studenti. Apprezza il contributo specifico del corso all'offerta formativa della classe che ne giustifica l'istituzione in presenza di altri corsi nella medesima classe LM-35. Il NVA ritiene inoltre che il corso sia pienamente sostenibile rispetto alla docenza di ruolo e non di ruolo e considera pienamente adeguati il numero e la capienza delle aule, le altre strutture e i servizi di supporto esistenti che la facoltà può rendere disponibili. Il NVA attesta che la proposta soddisfa tutti i criteri ora valutabili previsti dalla normativa e dal Senato Accademico ed esprime parere favorevole all'istituzione del corso.

Modalità di svolgimento della prova finale

La prova finale è un momento formativo importante del curriculum e consiste nella redazione, presentazione e discussione di una tesi su argomento inerente le tematiche applicative dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, da svolgersi, sotto la guida di un docente relatore, nell'ambito delle discipline del Corso di Laurea Magistrale; il suo superamento consente l'acquisizione di 17 CFU. La prova finale, che riguarda l'applicazione di metodologie innovative alla soluzione di problemi specifici anche complessi, è un'occasione formativa individuale a completamento del percorso di studi e consiste nel redigere un esaustivo documento di tesi, in lingua inglese per il percorso didattico Climate Change Adaptation and Mitigation ed in lingua italiana o inglese per i percorsi didattici Gestione delle Risorse Idriche e Risanamento Ambientale e Tutela del Territorio e Difesa del Suolo. Il laureando è inoltre chiamato a preparare una breve sintesi del lavoro finale di laurea attenendosi a un format prestabilito, da inviare alla Commissione di Laurea prima della discussione, e a predisporre una presentazione da esporre alla Commissione stessa in sede di discussione finale. La Commissione di Laurea è composta da almeno sette docenti. Alla presentazione segue una discussione finale sulla base di specifici quesiti posti dalla Commissione. La preparazione della prova finale consente ai laureandi di acquisire sia l'autonomia di giudizio richiesta nell'elaborazione critica di informazioni teoriche, di dati sperimentali o di risultati di modelli, sia le abilità comunicative nell'esposizione e discussione del lavoro di tesi di fronte alla Commissione di esperti. L'attribuzione del punteggio finale di laurea viene effettuata tenendo conto della media delle votazioni conseguite negli esami di profitto, della carriera dello studente e dell'esito della prova finale (qualità dell'elaborato e della presentazione, maturità culturale e capacità di elaborazione intellettuale personale del candidato), in accordo al regolamento approvato dal CAD in Ingegneria ambientale (vedasi per dettagli quanto riportato nella pagina 'Regolamenti e modulistica' del sito web del CAD: <https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/bacheca/regolamenti>), che viene periodicamente revisionato tenendo conto dell'andamento del voto finale e della sua distribuzione per le diverse coorti di studenti.

Modalità di ammissione

Per essere ammessi al corso di Laurea Magistrale occorre essere in possesso di titolo di laurea o di diploma universitario di durata triennale ovvero di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo. L'ammissione al Corso di Laurea Magistrale è subordinata alla verifica dei requisiti curriculari e della preparazione personale secondo i criteri indicati nel quadro A3.a (Conoscenze richieste per l'accesso) e ulteriormente dettagliati dall'apposito Regolamento di ammissione del CdS disponibile alla pagina <https://web.uniroma1.it/cdaingambientale/bacheca/regolamenti>. Il candidato è tenuto, indipendentemente dalla sua provenienza, a presentare idonea domanda di valutazione dei requisiti di accesso, da effettuarsi attraverso la piattaforma Infostud secondo le modalità previste dall'Ateneo. Con riferimento al curriculum erogato interamente in lingua inglese, i candidati con titolo di studio conseguito all'estero saranno ammessi solo previa preselezione secondo le disposizioni dell'ufficio internazionalizzazione di Ateneo in accordo ai requisiti disposti nel summenzionato Regolamento di ammissione. La Commissione Didattica del CAD in Ingegneria Ambientale valuta, sulla base della carriera dei candidati, il rispetto dei suddetti requisiti ed identifica eventualmente, secondo i criteri dettagliati nel quadro A3.a, la necessità di adeguamento ai requisiti stessi. L'eventuale adeguamento della preparazione personale deve essere effettuato entro il termine ultimo per l'immatricolazione, definito annualmente dall'Ateneo. Resta implicito che gli studenti provenienti dal Corso di Laurea triennale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio dell'Università degli Studi di Roma 'La Sapienza' rispettano automaticamente i requisiti di accesso. Deve inoltre essere comprovata la capacità di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese ad un livello non inferiore al B2 del QCER. La conoscenza linguistica potrà essere riconosciuta se superata un'attività di lingue B2 nel corso di studio di I livello o attraverso la frequenza dei corsi di lingua a avanzata previsti dalla Facoltà con il superamento del relativo test prima dell'iscrizione. In particolare è richiesto che, nel corso di laurea o di diploma universitario o di altro corso di studi riconosciuto idoneo, siano stati conseguiti almeno 6 CFU in attività formative in lingua inglese, o che si possieda idonea certificazione di livello equivalente al B2 (CEFR - Common European Framework of Reference for Languages). Le certificazioni riconosciute dalla Facoltà, corrispondenti ad un Livello B2 del CEFR, sono le seguenti: • Cambridge FCE (o superiore) • IELTS level 6 (o superiore) • TOEFL internet based 72 (o superiore), paper based 513 (o superiore), or computer based 183 (o superiore) • Trinity ISE2 (o superior)

Offerta didattica
Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo
Primo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1021950 - COSTRUZIONI IDRAULICHE PER L'AMBIENTE E LA DIFESA DEL SUOLO	B	ICAR/02	9	90	AP	ITA
1017281 - BONIFICA, RIPRISTINO E RIQUALIFICAZIONE DEI SITI CONTAMINATI	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
10599893 - GEOFISICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA	B	GEO/11	9	90	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 1 - materie affini - curriculum tutela	C					

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1017654 - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	B	ICAR/20	9	90	AP	ITA
1018611 - IDRAULICA AMBIENTALE E MARITTIMA	B	ICAR/01	9	90	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 1 - materie affini - curriculum tutela	C					

Secondo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1019361 - Idrogeologia applicata	B	GEO/05	6	60	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 2 - materie caratterizzanti - curriculum tutela	B					
Gruppo opzionale: Gruppo 1 - materie affini - curriculum tutela	C					

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
AAF1015 - PROVA FINALE	E		17	170	AP	ITA
-- A SCELTA DELLO STUDENTE	D		12	120	AP	ITA
AAF1147 - ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO	F		1	10	I	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 2 - materie caratterizzanti - curriculum tutela	B					
Gruppo opzionale: Gruppo 1 - materie affini - curriculum tutela	C					

Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese
Primo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
10599936 - URBAN CLIMATOLOGY	B	ICAR/01	9	90	AP	ENG
10599944 - SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PLANNING	B	ICAR/20	9	90	AP	ENG
10611719 - GROUNDWATER MANAGEMENT AND TREATMENT			0	0		
GROUNDWATER TREATMENT	B	ICAR/03	3	30	AP	ITA
GROUNDWATER MANAGEMENT	B	GEO/05	6	60		

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
10599937 - HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES	B	ICAR/02	9	90	AP	ENG
10599945 - LANDSLIDES AND SLOPE ENGINEERING	B	ICAR/07	6	60	AP	ENG
Gruppo opzionale: elective courses - group 1	C					
10599939 - GREENHOUSE GASES: CONTROL AND TREATMENT	B	ICAR/03	6	60	AP	ENG

Secondo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: elective courses - group 1	C					
Gruppo opzionale: elective courses - group 2	B					
10599938 - WASTE MANAGEMENT AND ROLE IN CLIMATE CHANGE	B	ICAR/03	9	90	AP	ENG
10599941 - ENVIRONMENTAL GEOPHYSICS	B	GEO/11	9	90	AP	ENG

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: elective courses - group 1	C					
Gruppo opzionale: elective courses - group 2	B					
AAF2147 - FINAL THESIS PROJECT	E		17	170	I	ENG
-- A SCELTA DELLO STUDENTE	D		12	120	AP	ITA
AAF2148 - COMPUTING AND TELEMATIC SKILLS	F		1	10	I	ENG

Primo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1021950 - COSTRUZIONI IDRAULICHE PER L'AMBIENTE E LA DIFESA DEL SUOLO	B	ICAR/02	9	90	AP	ITA
1017281 - BONIFICA, RIPRISTINO E RIQUALIFICAZIONE DEI SITI CONTAMINATI	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
10599893 - GEOFISICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA	B	GEO/11	9	90	AP	ITA

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1018611 - IDRAULICA AMBIENTALE E MARITTIMA	B	ICAR/01	9	90	AP	ITA
1017654 - PIANIFICAZIONE TERRITORIALE	B	ICAR/20	9	90	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 1 materie affini - curriculum gestione	C					

Secondo anno
Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1019361 - Idrogeologia applicata	B	GEO/05	6	60	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 1 materie affini - curriculum gestione	C					
Gruppo opzionale: Gruppo 2 materie caratterizzanti - curriculum gestione	B					
10599892 - GEOTECNICA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO	B	ICAR/07	9	90	AP	ITA

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo 1 materie affini - curriculum gestione	C					
Gruppo opzionale: Gruppo 2 materie caratterizzanti - curriculum gestione	B					
AAF1015 - PROVA FINALE	E		17	170	AP	ITA
AAF1147 - ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO	F		1	10	AP	ITA
-- A SCELTA DELLO STUDENTE	D		12	120	AP	ITA

Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: elective courses - group 1						
10599943 - RENEWABLE ENERGY <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/31	6	60	AP	ENG
10599950 - ASSESSMENT AND SUSTAINABLE USE OF ENVIRONMENTAL RESOURCES <i>(secondo semestre)</i>	C	GEO/09	6	60	AP	ENG
10599811 - GEOLOCATION AND NAVIGATION <i>(primo semestre)</i>	C	ICAR/06	6	60	AP	ENG
10599947 - URBAN MINING AND RECYCLING OF MATERIALS <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/29	9	90	AP	ENG
10599942 - Environmental Economics <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/35	6	60	AP	ENG
10599940 - REMOTE SENSING AND GEO BIG DATA <i>(secondo semestre)</i>	C	ICAR/06	9	90	AP	ENG

Gruppo opzionale: elective courses - group 2						
10599948 - POLICIES AND ACTIONS FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/20	6	60	AP	ENG
10599894 - COASTAL ENGINEERING <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/02	6	60	AP	ENG
10600009 - MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION <i>(secondo semestre)</i>			0	0		
MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION 2 <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/03	3	30	AP	ENG
MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION 1 <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/01	3	30		
10593390 - HYDROCLIMATOLOGY <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/01	6	60	AP	ENG
10599811 - GEOLOCATION AND NAVIGATION <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/06	6	60	AP	ENG
10599895 - SUSTAINABLE MOBILITY <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/05	6	60	AP	ENG

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo 1 - materie affini - curriculum tutela						
1021791 - FONDAMENTI DI CHIMICA AMBIENTALE <i>(secondo semestre)</i>	C	CHIM/07	6	60	AP	ITA
1047247 - CAMPIONAMENTO E TRATTAMENTO FISICO DEI SUOLI CONTAMINATI <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/29	6	60	AP	ITA
1022010 - TECNICA DELLE COSTRUZIONI <i>(secondo semestre)</i>	C	ICAR/09	9	90	AP	ITA
10599950 - ASSESSMENT AND SUSTAINABLE USE OF ENVIRONMENTAL RESOURCES <i>(secondo semestre)</i>	C	GEO/09	6	60	AP	ENG
10599943 - RENEWABLE ENERGY <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/31	6	60	AP	ENG
10599811 - GEOLOCATION AND NAVIGATION <i>(primo semestre)</i>	C	ICAR/06	6	60	AP	ENG
10599947 - URBAN MINING AND RECYCLING OF MATERIALS <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/29	9	90	AP	ENG
10599940 - REMOTE SENSING AND GEO BIG DATA <i>(secondo semestre)</i>	C	ICAR/06	9	90	AP	ENG
10599942 - Environmental Economics <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/35	6	60	AP	ENG
10611926 - LEGISLAZIONE AMBIENTALE <i>(primo semestre)</i>	C	IUS/10	6	60	AP	ITA
Gruppo opzionale: Gruppo 2 - materie caratterizzanti - curriculum tutela						
1017651 - IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
1022009 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E ANALISI DI RISCHIO <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
10599937 - HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/02	9	90	AP	ENG
1002874 - MECCANICA DELLE ROCCE <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/07	6	60	AP	ITA

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
1056148 - VALUTAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO GEOTECNICO SISMICO <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/07	6	60	AP	ITA
10599938 - WASTE MANAGEMENT AND ROLE IN CLIMATE CHANGE <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ENG
10599892 - GEOTECNICA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/07	9	90	AP	ITA

Gruppo opzionale: Gruppo 1 materie affini - curriculum gestione						
1021791 - FONDAMENTI DI CHIMICA AMBIENTALE <i>(secondo semestre)</i>	C	CHIM/07	6	60	AP	ITA
1047247 - CAMPIONAMENTO E TRATTAMENTO FISICO DEI SUOLI CONTAMINATI <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/29	6	60	AP	ITA
10599950 - ASSESSMENT AND SUSTAINABLE USE OF ENVIRONMENTAL RESOURCES <i>(secondo semestre)</i>	C	GEO/09	6	60	AP	ENG
10599943 - RENEWABLE ENERGY <i>(secondo semestre)</i>	C	ING-IND/31	6	60	AP	ENG
10599811 - GEOLOCATION AND NAVIGATION <i>(primo semestre)</i>	C	ICAR/06	6	60	AP	ENG
10599942 - Environmental Economics <i>(primo semestre)</i>	C	ING-IND/35	6	60	AP	ENG
10611926 - LEGISLAZIONE AMBIENTALE <i>(primo semestre)</i>	C	IUS/10	6	60	AP	ITA

Gruppo opzionale: Gruppo 2 materie caratterizzanti - curriculum gestione						
1017651 - IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE <i>(primo e secondo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
1022009 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E ANALISI DI RISCHIO <i>(primo e secondo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ITA
10599937 - HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES <i>(secondo semestre)</i>	B	ICAR/02	9	90	AP	ENG

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
10599938 - WASTE MANAGEMENT AND ROLE IN CLIMATE CHANGE <i>(primo semestre)</i>	B	ICAR/03	9	90	AP	ENG

Legenda

Tip. Att. (Tipo di attestato): **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

Att. Form. (Attività formativa): **A** Attività formative di base **B** Attività formative caratterizzanti **C** Attività formative affini ed integrative **D** Attività formative a scelta dello studente (art.10, comma 5, lettera a) **E** Per la prova finale e la lingua straniera (art.10, comma 5, lettera c) **F** Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d) **R** Affini e ambito di sede classe LMG/01 **S** Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali (art.10, comma 5, lettera e)

Obiettivi formativi

ASSESSMENT AND SUSTAINABLE USE OF ENVIRONMENTAL RESOURCES

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso intende fornire le basi scientifiche e le conoscenze tecniche per sviluppare competenze interdisciplinari finalizzate alla valutazione della sostenibilità dell'utilizzo delle risorse rinnovabili ed esauribili e, in generale, di tutte le attività produttive. Attraverso la conoscenza e l'uso di strumenti e metodi per il monitoraggio ambientale, per la caratterizzazione dei carichi ambientali ed energetici dei cicli produttivi (LCA) e dei costi ambientali ad essi collegati (LCC), il corso, in accordo con i principi dell'economia circolare e con gli OSS n. 7, 11, 12 e 13 dell'AGENDA ONU 2030, si propone di analizzare gli impatti di prodotto e/o processo, perseguendo il controllo e il miglioramento delle prestazioni ambientali, anche allo scopo di implementare strumenti ad adesione volontaria quali le Etichettature Ecologiche e i Sistemi di Gestione Ambientale. Obiettivi specifici Conoscenza e capacità di comprensione Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: definire gli elementi che identificano una crescita sostenibile; valutare quale uso delle risorse rinnovabili possa considerarsi sostenibile e come lo sfruttamento minerario e l'utilizzo delle risorse esauribili vadano analizzati in un'ottica di razionalizzazione e riduzione, senza trascurare l'ecocompatibilità dei processi di estrazione; conoscere la metodologia Life Cycle Assessment, identificandola come strumento di caratterizzazione del carico ambientale ed energetico lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto/servizio e come strumento utile ad individuare i possibili interventi di mitigazione sugli impatti ambientali indotti, anche attraverso la riduzione delle materie prime e dell'energia utilizzate; conoscere la metodologia Life Cycle Costing come strumento di valutazione dei costi totali (privati e ambientali) lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto/servizio; discernere le implicazioni legate alla sostituzione del criterio di "prezzo" di un bene con quello di "costo", in un'ottica di economia circolare conoscere i sistemi di etichettatura ecologica e gli strumenti di management che consentono alle organizzazioni economiche e non di controllare gli impatti ambientali delle proprie attività, perseguendo il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali; conoscere le tecniche di analisi delle immagini satellitari a media e alta risoluzione per caratterizzare il territorio e tutti i suoi componenti dal punto di vista qualitativo e quantitativo Capacità di applicare conoscenza e comprensione Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: valutare la fattibilità economica dello sfruttamento e dell'utilizzo delle risorse esauribili e rinnovabili; sviluppare una LCA impostando le diverse fasi della metodologia: unità funzionale e confini di sistema, analisi di inventario (LCI) con la creazione di un modello analogico di sistema, identificazione degli input e output di processo, analisi e interpretazione dei dati relativi agli impatti risultanti (LCIA); impostare una ipotetica procedura di etichettatura ecologica di prodotto/servizio, scegliere la tipologia di etichettatura in funzione degli obiettivi e del gruppo di prodotto/servizio monitorato; creare indicatori di impatto al fine di semplificare l'informazione ottenuta e renderla fruibile anche ai non addetti ai lavori; utilizzare software di analisi di immagine per correggere radiometricamente e geometricamente immagini satellitari a diversa risoluzione; valutare gli elementi di copertura dal punto di vista qualitativo e quantitativo ed operare una fotointerpretazione di tali elementi; identificare immagini in composizioni di colore e "indici" che amplifichino le capacità interpretative, evidenziando le caratteristiche degli elementi di copertura. Autonomia di giudizio Attraverso la condivisione da parte del docente di presentazioni, documenti e pubblicazioni specifiche, il corso svilupperà negli studenti capacità di analisi e autonomia di giudizio, stimolando la valutazione dello specifico sistema trattato al fine di identificarne gli elementi di criticità e di miglioramento. Durante le lezioni saranno inoltre utilizzati software di LCA e di analisi di immagine per presentare casi applicativi, anche complessi, esortando gli studenti alla discussione sulle ipotesi interpretative e sulle possibili soluzioni analitiche delle problematiche evidenziate. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di operare sugli argomenti trattati sia in autonomia che come componenti di un team. Abilità comunicative Il docente stimolerà le capacità comunicative degli studenti, invitandoli alla discussione e all'analisi sui temi e sui casi applicativi trattati. Capacità di apprendere La condivisione del materiale relativo al corso, la discussione e l'individuazione degli attori principali in riferimento ai temi trattati, l'identificazione di come i concetti di sviluppo sostenibile ed economia circolare vadano ad interagire con tutte le attività antropiche ed i processi produttivi e di consumo: tutto ciò contribuirà a sviluppare negli studenti una spiccata capacità di proseguire, in totale autonomia, lo studio e l'aggiornamento professionale e scientifico sulle tematiche trattate

(English)

General learning outcomes The course aims to provide the scientific basis and technical knowledge to develop interdisciplinary skills aimed at assessing the sustainability of the use of renewable and exhaustible resources and, in general, of all production activities. Through the knowledge and use of tools and methods for environmental monitoring, for the characterization of the environmental and energy loads of the production cycles (LCA) and the related environmental costs (LCC), the course, in accordance with the principles of circular economy and with the SDGs n. 7, 11, 12 and 13 of the UN AGENDA 2030, aims to analyze the product and/or process impacts, pursuing the control and improvement of environmental performances, also in order to implement voluntary adhesion tools such as Environmental Labeling and Environmental Management Systems. Specific learning outcomes Knowledge and understanding At the end of the course, students will be able to: define the elements that identify a sustainable growth; evaluate what use of renewable resources can be considered sustainable and how mining exploitation and the use of exhaustible resources should be analyzed with a view to rationalization and reduction, without neglecting the eco-compatibility of the extraction processes; know the Life Cycle Assessment methodology, identifying it as a tool for characterizing the environmental and energy load throughout the life cycle of a product/service and as a useful tool for identifying possible mitigation interventions on induced environmental impacts, also through the reduction of raw materials and energy used in a system; know the Life Cycle Costing methodology as a tool for assessing total costs (private and environmental) throughout the life cycle of a product/service; discern the implications of replacing the "price" criterion of an asset with that of "cost", with a view to circular economy; know the ecological labelling systems and the management tools that allow economic and non-economic organizations to control the environmental impacts of their activities, pursuing the continuous improvement of environmental performance; know image processing techniques in order to characterize the territory and all its components from a qualitative and quantitative point of view, through the study and interpretation of medium and high resolution satellite images. Applying knowledge and understanding At the end of the course, students will be able to: evaluate the economic feasibility of the exploitation and use of exhaustible and renewable resources; develop an LCA by setting the different phases of the methodology: functional unit and system boundaries, inventory analysis (LCI) with the creation of an analog model of the system, identification of process inputs and outputs, analysis and interpretation of data related to the resulting impacts (LCIA); set up an hypothetical procedure for ecological product/service labelling, choose the type of labelling according to the objectives and the monitored product/service group; create impact indicators in order to simplify the obtained information and make it accessible even to non-experts; use image processing software to radiometrically and geometrically correct satellite images at different resolutions; evaluate the coverage elements from a qualitative and quantitative point of view and make a photo-interpretation of these elements; identify color-composite images and standardized "indices" that amplify the interpretative skills by highlighting the characteristics of the coverage elements. Making judgements By sharing presentations, documents and specific publications, the course will develop students' analytical skills and independent judgment, stimulating the evaluation of the specific system dealt with in order to identify the critical elements and the possible improvements. During the lessons, LCA and satellite image analysis software will also be used to present application cases, even complex ones, encouraging students to discuss interpretative hypotheses and possible analytical solutions to the highlighted problems. At the end of the course,

students will be able to work on the topics covered both independently and as members of a team. Communication skills The teacher will stimulate the students' communication skills, inviting them to discussion and analysis on the topics and application cases dealt with. Learning skills The sharing of the material relating to the course, the discussion and identification of the main actors in reference to the covered topics, the identification of how the concepts of sustainable development and circular economy interact with all anthropogenic production/consumption activities: all this will help the students to develop a strong ability to continue, in total autonomy, the study and the professional and scientific updating on the topics dealt with

CAMPIONAMENTO E TRATTAMENTO FISICO DEI SUOLI CONTAMINATI

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce la capacità di elaborare un piano di caratterizzazione ambientale, e di bonifica mediante metodi fisici, di un sito contaminato con particolare riferimento alla matrice suolo con l'individuazione e l'applicazione di metodologie statistiche inferenziali e di metodi di bonifica avanzati mirati alla separazione fra il contaminante e la matrice naturale del suolo. Tale approccio è affiancato ed armonizzato in base alla legislazione ambientale vigente sulla bonifica dei siti contaminati. A) Conoscenza e capacità di comprensione: Lo studente impara a ragionare in modalità probabilistica e non deterministica nella valutazione del livello di contaminazione di un sito potenzialmente contaminato. Ciò presuppone la comprensione di tecniche inferenziali statistiche e la considerazione della variabilità dei fattori ambientali considerati all'interno del sito da campionare e valutare. Viene acquisita la cultura della programmazione e della progettualità prima e dopo il campionamento ambientale che è il passo primario e fondamentale per la valutazione dello stato di salute ambientale di un sito e per la scelta dei metodi di bonifica più idonei che vengono trattati con riferimento ai metodi fisici che sono preliminari ad ogni bonifica definitiva di un sito contaminato B) Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Capacità di organizzare un campionamento di un sito inquinato previa determinazione del modello concettuale del sito. Capacità di elaborare statisticamente i dati sperimentali con approccio probabilistico non deterministico e secondo le tecniche di inferenza statistica. Apprendimento del programma Visualplan per l'organizzazione, gestione ed elaborazione dei dati sperimentali. Campionatura rappresentativa di campioni di grandi dimensioni in campioni di dimensioni inferiori. Conoscenza ed uso delle tecniche di separazione per via fisica (soil washing) utilizzate per la pre-decontaminazione di terreni inquinati corredate anche da esperienze di laboratorio su terreni formalmente inquinati. Conoscenza delle tecniche analitiche usate in campo ambientale per analizzare i campioni raccolti da un sito contaminato. C) Autonomia di giudizio: tramite lo svolgimento di esempi applicativi durante e al termine del corso, gli studenti saranno in grado di valutare l'approccio più idoneo per valutare lo stato di contaminazione di un sito contaminato e per scegliere la più informativa caratterizzazione ambientale di un sito contaminato e la scelta delle tecniche più adatte, sia dal punto di vista ambientale sia dal punto di vista economico per ottenere la separazione fra il contaminante e la matrice naturale di un suolo. D) Abilità comunicative: la cronologia degli argomenti trattati è stata progettata in modo da permettere un'acquisizione graduale e consequenziale degli argomenti allo studio che verranno esposti con un linguaggio tecnico che consentirà agli studenti di rapportarsi in modo efficace con tutte le professionalità presenti in un team di esperti creato per una caratterizzazione ambientale e per una bonifica preliminare di un suolo contaminato. In tal modo, le conoscenze acquisite potranno essere trasmesse in modo corretto a coloro che vorranno acquisire a loro volta tali conoscenze. E) Capacità di apprendimento: le conoscenze, teoriche e pratiche, sul campionamento statistico e sulla bonifica di un suolo contaminato mediante mezzi fisici di separazione, consentiranno sia l'approfondimento specialistico e migliorativo delle tecniche studiate per la proposizione di tecniche innovative, basate sull'approccio statistico e non deterministico, per il campionamento di un sito e di tecniche innovative di separazione fra contaminante e matrice naturale di un suolo per la bonifica

(English)

The course provides the students with the ability to plan an environmental characterization and a remediation of a polluted site with particular reference to the soil compartment. That is carried out with the application of inferential statistical techniques and of remediation methods aimed to the separation between the contaminant and the natural soil. That approach is harmonized with the environmental legislation on remediation of polluted sites. A) Knowledge and understanding: Students learn to think according to a statistical, non-deterministic mode in the evaluation of the contamination level of a site. This assumes both the comprehension of the most applied statistical inferential techniques and consideration of the variability of the environmental factors taken into account during the analysis of a potentially polluted site. The culture of planning and designing is acquired before and after sampling that is the first, fundamental step for evaluation of the cleanliness of a site and for the choice of the suitable physical decontamination techniques that are preliminary to any final remediation of a polluted site B) Applying knowledge and understanding: Skill in organizing an environmental sampling of polluted sites after determination of the conceptual model of the site. Skill in elaborating experimental data with a probabilistic non-deterministic approach according to statistical inference techniques taking into account the variability of concentrations on the entire polluted site. Knowledge of the program Visualplan for organization, management and elaboration of experimental data coming from an environmental characterization. Representative sampling of large samples into smaller samples. Knowledge and use of physical separation methods (soil washing) for preliminary decontamination of polluted soils. Knowledge of the analytical techniques used in environmental field to analyze samples coming from a polluted site. C) Making judgements: with conducting applicable examples during and at the end of the course, the student will become skill in the choice of the best approach to evaluate the state of contamination of a polluted site and to plan the best environmental characterization both in terms of economic and environmental point of view to obtain the separation between the contaminant and the natural soil. D) Communication skills: the chronology of subjects treated in class, has been designed to allow the student to acquire gradually and consequently such subjects and with a technical language that will permit them to relate in an effective way to a staff established to carry out an environmental characterization and a preliminary physical remediation. This will also permit the student to transfer his knowledge to other people. E) Learning skills: the theoretical and practical knowledge of the statistical sampling and of the physical remediation of a polluted soil, will allow the student to carry out technical insights on the learned subjects to propose innovative techniques based on the statistical non-deterministic approach aimed to the sampling of a polluted site and of innovative separation techniques between the contaminant and the natural soil aimed to the remediation of a contaminated soil.

REMOTE SENSING AND GEO BIG DATA

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso trova la sua motivazione nell'ampia e sempre crescente disponibilità di dati di Osservazione della Terra, acquisiti da una varietà di missioni satellitari. Gran parte di questi dati di telerilevamento proviene da programmi pubblici (ad esempio Copernicus dall'UE, Landsat dagli Stati Uniti) ed è reso disponibile gratuitamente su piattaforme cloud dedicate per l'analisi dei dati ambientali su scala planetaria (ad esempio Google Earth Engine, ESA DIAS). Inoltre, un'altra grande quantità di dati può essere raccolta sul campo da diversi sensori a basso costo ampiamente comuni (ad esempio quelli incorporati negli smartphone) tramite Volunteered Geographic Information (VGI) e crowdsourcing; questi dati a terra sono generalmente legati a una posizione utilizzando il GPS o simili sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS: Galileo, GLONASS, Beidou). Entrambi questi tipi di dati da remote sensing e rilevati al suolo sono quindi big data geospaziali, a causa delle loro caratteristiche "4V" (Volume, Variety, Velocity, Veracity). Possono essere

integrati tra di loro e con altre informazioni geospaziali già disponibili e rappresentano una risorsa senza precedenti per monitorare lo stato e il cambiamento del nostro pianeta sotto diversi aspetti (es. effetti del cambiamento climatico, raggiungimento degli SDG), utile a scienziati, tecnici e decisori. Il corso si propone di fornire i fondamenti sulle principali metodologie e tecniche attualmente disponibili per il telerilevamento e l'acquisizione, la verifica, l'analisi, la memorizzazione e la condivisione di big data geospaziali, considerando anche che la stragrande maggioranza (una percentuale prossima all'80%) dei dati attualmente disponibili è geospaziale. Conoscenza e comprensione Gli studenti che hanno superato l'esame conosceranno i fondamenti sulle principali metodologie e tecniche attualmente disponibili per l'acquisizione, la verifica, l'analisi, l'archiviazione e la condivisione dei dati geospaziali, con focus su sistemi di riferimento e sistemi di riferimento sulla Terra, fondamenti di cartografia, fotogrammetria e remote sensing, piattaforme cloud-based per analisi ambientali su scala planetaria (Google Earth Engine), remote sensing GNSS e cloud per l'analisi dei dati ambientali su scala planetaria (Google Earth Engine), essendo anche consapevoli delle risorse rilevanti rappresentate da Volunteered Geographic Information (VGI) e dal crowdsourcing. Applicare conoscenza e comprensione Gli studenti che hanno superato l'esame saranno in grado di pianificare e gestire l'acquisizione, la verifica, l'analisi, l'archiviazione e la condivisione dei dati geospaziali necessari per risolvere problemi interdisciplinari, utilizzando GNSS, fotogrammetria e telerilevamento, e piattaforme cloud-based per analisi ambientali su scala planetaria (Google Earth Engine), essendo anche a conoscenza dei relativi contributi aggiuntivi che possono essere forniti da Volunteered Geographic Information (VGI) e crowdsourcing. Autonomia di giudizio Gli studenti acquisiranno autonomia di giudizio grazie alle competenze sviluppate durante l'esecuzione delle esercitazioni numeriche e pratiche che verranno proposte sugli argomenti principali del corso fotogrammetria e telerilevamento, Google Earth Engine) Capacità di apprendimento L'acquisizione di competenze metodologiche di base sulle tematiche trattate, unitamente a capacità operative all'avanguardia, favorisce lo sviluppo di capacità di apprendimento autonomo da parte dello studente, consentendo un aggiornamento continuo, autonomo e approfondito

(English)

General outcomes The course finds its motivation in the wide and continuously increasing availability of Earth Observation data, acquired by a variety of satellite missions. A large part of these remote sensing data comes from public programs (e.g. Copernicus from EU, Landsat from US), and it is made available for free on dedicated cloud-based platforms for planetary-scale environmental data analysis (e.g. Google Earth Engine, ESA DIAS). In addition, another large amount of data can be collected on the ground by different widely common low-cost sensors (e.g. those embedded in smartphones) through Volunteered Geographic Information (VGI) and crowdsourcing; these ground data are generally linked to a position using GPS or similar Global Navigation Satellite Systems (GNSS: Galileo, GLONASS, Beidou). Both these kinds of remote sensing and ground data are therefore geospatial "big" data, due to their "4V" (Volume, Variety, Velocity, Veracity) features. They can be integrated in between, and with other already available geospatial information, and represent an unprecedented resource to monitor the status and change of our planet in several respects (e.g. climate change effects, SDGs achievement), useful to scientists, technicians and decision makers. The course aims to provide the fundamentals on the main methodologies and techniques currently available for remote sensing and ground geospatial (big) data acquisition, verification, analysis, storage and sharing, also considering that the vast majority (a percentage close to 80%) of the currently available data is geospatial. Knowledge and understanding Students who have passed the exam will know the fundamentals on the main methodologies and techniques currently available for geospatial data acquisition, verification, analysis, storage and sharing, with focus on reference frames and reference systems on the Earth, fundamentals of cartography, photogrammetry and remote sensing, GNSS remote sensing, and cloud-based platforms for planetary-scale environmental data analysis (Google Earth Engine), being also aware of the relevant resources represented by Volunteered Geographic Information (VGI) and crowdsourcing. Applying knowledge and understanding Students who have passed the exam will be able to plan and manage the acquisition, verification, analysis, storage and sharing of geospatial data necessary to solve interdisciplinary problems, using GNSS, photogrammetry and remote sensing, and cloud-based platforms for planetary-scale environmental data analysis (Google Earth Engine), being also aware of the relevant additional contributions which can be supplied by Volunteered Geographic Information (VGI) and crowdsourcing Making judgment Students will acquire autonomy of judgment thanks to the skills developed during the execution of the numerical and practical exercises that will be proposed on the main topics of the course photogrammetry and remote sensing, Google Earth Engine) Learning skills The acquisition of basic methodological skills on the topics covered, together with state-of-the-art operational skills, favors the development of autonomous learning skills by the student, allowing continuous, autonomous and thorough updating

WASTE MANAGEMENT AND ROLE IN CLIMATE CHANGE

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivi generali Il corso si propone di fornire le basi conoscitive relativamente ai principi teorici dei processi di recupero, valorizzazione, trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi di origine urbana e industriale nell'ottica di un approccio integrato di gestione. Verrà fatto specifico riferimento al ruolo svolto dalla gestione integrata dei rifiuti sulla riduzione delle emissioni dirette e indirette di gas serra. Gli obiettivi formativi generali del corso si inseriscono in quelli più ampi del percorso didattico del CdS, per il quale contribuisce a fornire, per quanto concerne gli aspetti legati alla gestione dei rifiuti solidi, una formazione idonea affinché il laureato sia in grado di operare in campo ingegneristico negli ambiti della tutela dei comparti ambientali e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico. Obiettivi specifici Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare le problematiche legate alla gestione integrata dei rifiuti di origine urbana e industriale dal punto di vista della pianificazione degli interventi e della scelta delle tecnologie impiantistiche più idonee, e avranno altresì acquisito la conoscenza delle problematiche ambientali connesse con la conduzione degli impianti di trattamento e smaltimento (rif. quadro A4.b.2 scheda SUA – "padronanza delle competenze e delle metodologie dell'ingegneria per la mitigazione del climate change e l'adattamento ai suoi effetti sul territorio") Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di effettuare scelte progettuali relativamente a sistemi e impianti per la gestione integrata di rifiuti di origine urbana e industriale (rif. quadro A4.b.2 scheda SUA – capacità "di applicare le .. conoscenze, capacità di comprensione e abilità nell'affrontare problemi e tematiche... connessi ... alla pianificazione, progettazione e realizzazione di azioni e interventi per il trattamento e smaltimento dei rifiuti solidi, la mitigazione delle emissioni di gas serra e il recupero di materia ed energia da residui"). Autonomia di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame acquisiranno inoltre autonomia di giudizio con particolare riferimento alle abilità (rif. quadro A4.c scheda SUA) di "valutare quali argomenti debbano essere maggiormente approfonditi e reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione della tematica affrontata", nonché di "utilizzare metodi appropriati per condurre indagini su argomenti tecnici dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione", con specifico riferimento alle tecnologie e agli impianti di trattamento e recupero dei rifiuti solidi. Capacità di apprendimento: Lo svolgimento di esercitazioni numeriche progettuali contribuirà inoltre allo sviluppo da parte dello studente di capacità di apprendimento autonomo, anche con riferimento alla capacità di formulare giudizi e valutazioni critiche sulla base di informazioni limitate o incomplete. L'acquisizione delle competenze di cui sopra contribuirà a costruire una formazione che consenta agli studenti di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche ambientali e territoriali emergenti sul tema del cambiamento climatico (cfr. quadro A4.c scheda SUA).

(English)

General outcomes The module is focused on the fundamentals of processes for recovery, recycling, treatment and disposal of municipal and industrial solid wastes. Integrated waste management is the main approach involved. Specific reference will be made to the role played by integrated waste management in reducing direct and indirect GHG emissions. The general learning outcomes expected are included among the wider outcomes of the whole master programme in Environmental Engineering. To this regard, the module contributes (as for the waste management sector) to the educational background required for the graduate engineer to manage and design interventions for the preservation of the quality of environmental compartments and mitigation of climate change effects.

Specific outcomes Knowledge and understanding: After passing the exam, the students will be able to deal with issues related to the integrated management of municipal and industrial solid wastes, with particular reference to planning of the integrated systems and identification of the appropriate technologies. They will also have acquired the knowledge and understanding of the environmental issues related to the operation of waste treatment and disposal (ref. to section A4.b.2 of the SUA document – “mastering engineering abilities and methods in the field of environmental protection and sustainable use of resources). Applying knowledge and understanding: After passing the exam, students will be able to undertake design duties with regard to systems and plants for the integrated management of municipal and industrial solid wastes, mastering the competences and engineering methods for climate mitigation of and adaptation to climate change effects. Making judgement: After passing the exam, the students will also be able to make judgement with particular regard to assessing topics requiring further analysis and collecting suitable technical and scientific documentation, as well as to use adequate methods to investigate environmental engineering topics at their level of knowledge and understanding”, with particular regard to technologies and plants for waste treatment and recovery. Learning skills: Solving practical numerical and design exercises will also provide the students with a tool to acquire autonomous learning skills, also with specific regard to the ability to make judgement and critical assessment of the faced problems in case of shortage or lack of the relevant information. The above mentioned skills will contribute to building a backbone that will allow the students to acquire updated information in a continuous, autonomous and in-depth manner, concerning both their professional abilities and the emerging environmental issues related to climate change

GEOTECNICA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivi generali Finalità del corso è quella di focalizzare l'attenzione su alcune delle principali problematiche della ingegneria geotecnica applicata all'ambiente ed alla difesa del territorio, quali la progettazione di discariche, la progettazione con geosintetici e i rischi naturali ed antropici, fornendo le metodologie di approccio al problema. Il corso si prefigge di fornire gli elementi progettuali per: Valutazione delle condizioni di stabilità del terreno e delle opere interagenti in relazione a fenomeni naturali e/o antropici (frane, sbancamenti, oscillazioni di falda, scavi in sotterraneo). Dimensionamento di interventi geotecnici di stabilizzazione e rinforzo. Dimensionamento di massima di sistemi di impermeabilizzazione di fondo e di cinturazione perimetrale per terreni soggetti a inquinamento. Obiettivi specifici Conoscenza e capacità di comprensione Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: Riconoscere e scegliere l'impiego di geotessili e geocompositi; Valutare l'applicabilità di interventi con Terre rinforzate; Scegliere le tecnologie migliori per la progettazione di barriere verticali ed orizzontali nelle discariche e nei siti contaminati; Progettare gli aspetti geotecnici di discariche per rifiuti Individuare le problematiche e scegliere le migliori soluzioni per interventi con tecnologie trenchless (microtunnel e TOC) Conoscere e valutare le tecniche di ingegneria naturalistica Capacità di applicare conoscenza e comprensione Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: Dimensionare interventi di Terra rinforzata; Eseguire verifiche di stabilità di pendii in condizioni statiche e sismiche utilizzando software specifici Valutare la stabilità di manti di discariche Progettare un manto di impermeabilizzazione di una discarica e progettare il relativo campo prova; Valutare la stabilità di una discarica ed i suoi cedimenti Progettare interventi di Ingegneria Naturalistica Autonomia di giudizio Attraverso la condivisione da parte del docente di presentazioni, documenti e pubblicazioni specifiche, il corso svilupperà negli studenti capacità di analisi e autonomia di giudizio, stimolando la valutazione dello specifico sistema trattato al fine di identificarne gli elementi di criticità e di miglioramento. Durante le lezioni saranno inoltre utilizzati software per la valutazione della stabilità dei pendii e fogli elettronici per la risoluzione di alcuni problemi teorici applicati a casi reali, anche complessi, esortando gli studenti alla discussione sulle ipotesi interpretative e sulle possibili soluzioni analitiche delle problematiche evidenziate. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di operare sugli argomenti trattati sia in autonomia che come componenti di un team. Abilità comunicative Il docente stimolerà le capacità comunicative degli studenti, invitandoli alla discussione e all'analisi sui temi e sui casi applicativi trattati. Capacità di apprendere La condivisione del materiale relativo al corso, la discussione e l'individuazione degli attori principali in riferimento ai temi trattati, la sperimentazione delle tecniche di risoluzione di problemi reali e la ricerca, anche bibliografica, di soluzioni tecnologiche contribuirà a sviluppare negli studenti una spiccata capacità di proseguire, in totale autonomia, lo studio e l'aggiornamento professionale e scientifico sulle tematiche trattate

(English)

General learning outcomes Purpose of the course is to focus attention on some of the main problems of geotechnical engineering applied to the environment and to soil stability, such as the design of landfills, designing with geosynthetics and design the interventions to attenuate natural and anthropic risks, providing the methodologies to approach and solve the problems. The course is to prefix to provide the design elements for: Evaluation of the conditions of slope stability and fundamental design works to reduce the risk related to natural phenomena and/or anthropic activity (landslides, earthworks, variation of groundwater level and underground excavations). Design of soil stabilization and reinforcement earth. Waterproofing barriers (bottom and capping) and vertical barriers in landfill and soil remediation Specific learning outcomes Knowledge and understanding At the end of the course, students will be able to: Recognize and choose the use of geotextiles and geocomposites; Evaluate the applicability of interventions with reinforced earths; Choose the best technologies for the design of vertical and horizontal barriers in landfills and contaminated sites; Design the geotechnical aspects of waste landfills Identify the problems and choose the best solutions for interventions with trenchless technologies (Microtunnel and HDD) Know and evaluate bio-engineering techniques Applying knowledge and understanding At the end of the course, students will be able to: Design reinforced earth structures. Develop stability analysis of slopes in static and seismic conditions using specific software Evaluate the stability of landfill capping. Design a Compacted Clay Liners for landfill and design the related test field; Evaluate the stability of a landfill and its settlement vs time Designing Bio-Engineering interventions Making judgements By sharing presentations, documents and specific publications, the course will develop students' analytical skills and independent judgment, stimulating the evaluation of the specific system dealt with in order to identify the critical elements and the possible improvements. During the lessons software will be used for the evaluation of slope stability and spreadsheets for the resolution of some theoretical problems applied to real cases, even complex ones, encouraging students to discuss interpretative hypotheses and possible analytical solutions to the highlighted problems. At the end of the course, students will be able to work on the topics covered both independently and as members of a team. Communication skills The teacher will stimulate the students' communication skills, inviting them to discussion and analysis on the topics and application cases dealt with. Learning skills The sharing of the material relating to the course, the discussion and identification of the main actors in reference to the covered topics, the experimentation of the techniques for solving real problems and the research, also bibliographic, of technological solution, will help the students to develop a strong ability to continue, in total autonomy, the study and the professional and scientific updating on the topics dealt with.

URBAN MINING AND RECYCLING OF MATERIALS

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivi generali Il corso ha l'obiettivo di fornire conoscenze e sviluppare competenze relative ai processi di recupero e riciclo dei beni giunti a fine vita per la produzione di materie prime secondarie, in accordo con i principi dell'economia circolare e con gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile dell'AGENDA 2030 dell'ONU, con particolare riferimento a SDG11 (Città e comunità sostenibili), SDG12 (Consumo e produzione responsabili), SDG13 (Lotta al cambiamento climatico). In particolare, il corso si propone di illustrare le principali tecnologie e le relative apparecchiature a scala di laboratorio e/o di impianto industriale al fine di effettuare il riconoscimento, la caratterizzazione, la selezione e il trattamento dei materiali da riciclare di diversa natura e provenienza (rifiuti di imballaggi come plastica, vetro, carta e alluminio, scarti da costruzione e demolizione, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, veicoli fuori uso, ecc.). Partendo dalla conoscenza delle proprietà dei solidi sarà possibile valutare e definire, per i diversi materiali di scarto, nonché per diverse tipologie di manufatti giunti a fine vita, le tecniche di trattamento fisico-meccanico più idonee al fine di produrre una materia prima secondaria, tenendo presenti gli aspetti tecnici, economici, ambientali e le innovazioni tecnologiche di un settore in rapida evoluzione. Verranno quindi esaminate alcune delle principali filiere di riciclo per la produzione di materie prime secondarie, evidenziando le problematiche esistenti e i fattori chiave di ciascuna di esse. Obiettivi specifici Sulla base delle conoscenze acquisite lo studente sarà in grado di definire le operazioni fondamentali, la loro sequenza e le logiche operative al fine di poter progettare un processo finalizzato al riciclo meccanico di materiali e prodotti giunti a fine vita, scegliendo i metodi di separazione più idonei, definiti a partire dalla caratterizzazione dei materiali solidi che costituiscono gli scarti, anche attraverso approcci innovativi. Lo studente svilupperà inoltre la capacità di valutare, selezionare e applicare i metodi per il controllo di qualità relativamente sia ai flussi di alimentazione che ai prodotti in uscita da un impianto di riciclo, al fine di conseguire l'ottimizzazione dei processi, massimizzando il recupero degli scarti e il valore delle materie prime secondarie in un'ottica di economia circolare e di uso efficiente delle risorse. Una volta superato l'esame gli studenti saranno in grado di: Comprendere i principi fondamentali necessari per effettuare in maniera corretta la caratterizzazione dei materiali orientata al riciclo Applicare tecniche analitiche sia tradizionali che innovative per il riciclo dei materiali Conoscere le tecnologie di riciclo di diversi materiali e/o manufatti giunti a fine vita Comprendere e valutare, sia in termini tecnici che economici, i processi di riciclo Applicare i principi fondamentali per la separazione dei materiali da riciclare Gli studenti acquisiranno inoltre le seguenti capacità trasversali: Dimostrare una comunicazione efficace con interlocutori specialisti e non specialisti Lavorare in gruppo Redigere relazioni tecnico-scientifiche Organizzare una presentazione e parlare in pubblico Approfondire criticamente le problematiche Accedere e selezionare le fonti appropriate per aggiornarsi sulle diverse tematiche

(English)

General learning outcomes The course aims to provide knowledge and develop skills related to urban mining and recycling processes of end-of-life products turning them into secondary raw materials, in agreement with the principles of circular economy and the sustainable development goals of UN AGENDA 2030, with particular reference to SDG11 (Sustainable cities and communities), SDG12 (Responsible consumption and production), SDG13 (Climate action). In particular, the course aims to illustrate the main technologies and related equipment at laboratory and / or industrial plant scale in order to carry out the recognition, characterization, selection and treatment of materials to be recycled of different nature and origin (packaging waste such as plastic, glass, paper and aluminum, construction & demolition waste, waste from electrical and electronic equipment, end-of-life vehicles, etc.). Starting from the knowledge of solid particle properties, it will be possible to evaluate and define the most suitable physical-mechanical treatment techniques in order to produce secondary raw materials, taking into account technical, economic, environmental aspects and technological innovations of a rapidly evolving sector. Some of the main recycling chains for the production of secondary raw materials will be then examined, highlighting the critical issues and the key factors of each of them. Specific learning outcomes Based on the acquired knowledge, the student will be able to define the fundamental operations, their sequence and logic in order to design a mechanical process to produce secondary raw materials from end-of-life products, choosing the most suitable separation methods, defined from the characterization of solid waste materials also through innovative approaches. The student will also develop the ability to evaluate, select and apply quality control actions for both feed and output streams in a recycling plant, in order to optimize the processes, maximizing waste recovery and secondary raw materials value, in the perspective of circular economy and efficient use of resources. After passing the exam, students will be able to: Understand the fundamental principles for the recycling-oriented characterization of materials Apply traditional and innovative analytical techniques for material recycling Know the recycling technologies for different waste materials and end of life products Understand and evaluate recycling processes considering both technical and economic aspects Apply the fundamental principles for the physical separation of materials to be recycled Students will also acquire the following transversal skills: Demonstrate effective communication with specialists and non-specialists Team work ability Write a technical-scientific report Make an oral presentation Analyze issues critically Access and select appropriate sources of information

COASTAL ENGINEERING

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali L'obiettivo è quello di consentire agli allievi di apprendere le conoscenze fondamentali dell'ingegneria costiera che comprendono: l'idrodinamica e la morfodinamica delle coste in assenza e in presenza di interventi antropici; le cause che determinano l'evoluzione di litorali e i fenomeni erosivi; gli interventi per la gestione, la difesa, la stabilizzazione e la riqualificazione delle coste; le analisi finalizzate alla valutazione dell'impatto ambientale delle opere di difesa costiera e delle opere portuali e i possibili interventi rivolti a mitigare tali impatti. Il corso sviluppa anche il tema della "gestione integrata dell'area costiera" e delle attività di monitoraggio e controllo delle coste. Nell'ambito del corso vengono forniti i fondamenti di oceanografia dinamica e di idraulica marittima necessari per affrontare i temi applicativi del corso. Obiettivi specifici Conoscenze generali Al completamento del corso gli allievi conosceranno: (i) le fasi in cui si sviluppa uno studio di ingegneria costiera; (ii) le analisi necessarie per ricostruire le tendenze evolutive naturali di un litorale e per prevederne l'evoluzione futura; (iii) le possibili soluzioni alternative di breve termine e di lungo termine che possono essere adottate per la salvaguardia dei litorali; (iv) i criteri di progettazione e di dimensionamento delle opere di difesa delle coste dai fenomeni erosivi e dalle inondazioni; (v) l'impostazione metodologica per lo sviluppo di un piano di difesa della costa a scala regionale. Capacità di far parte di un gruppo di lavoro Al completamento del corso gli allievi saranno in grado di entrare a far parte di un gruppo di lavoro che si occupa di ingegneria costiera. Potranno lavorare sotto la guida di ingegneri esperti alla progettazione di opere marittime specifiche, potendo interagire in modo costruttivo anche con gli esperti di altre discipline che concorrono alla gestione della fascia costiera (ingegneri idraulici, geologi, economisti, biologi, ecc.). Capacità di sviluppare programmi di calcolo Agli studenti verrà insegnato a sviluppare programmi di calcolo per l'analisi dei dati in ambiente MATLAB. I fondamenti della programmazione MATLAB verranno impartiti durante il corso. I programmi di calcolo che verranno sviluppati saranno funzionali allo sviluppo delle esercitazioni. Sviluppo critico delle esercitazioni Gli studenti dovranno sviluppare durante il corso alcune esercitazioni. Le esercitazioni riguardano singoli temi progettuali. Il giorno dell'esame gli studenti dovranno portare un rapporto tecnico scritto che descriva le esercitazioni progettuali che sono state impartite durante il corso. Il rapporto deve essere scritto utilizzando un approccio tecnico e deve contenere: il testo dell'esercitazione, la descrizione del metodo seguito per risolvere il problema posto, i risultati ottenuti espressi

sotto forma numerica e grafica, l'analisi critica dei risultati ottenuti in relazione agli obiettivi progettuali. Abilità comunicative Le abilità comunicative degli studenti verranno stimolate durante il corso delle esercitazioni nell'ambito del quale verranno invitati ad intervenire per esporre le modalità di risoluzione dei problemi da loro individuate, i risultati ottenuti ed eventuali dubbi

(English)

General outcomes The aim of the course is to enable students to learn the basics knowledge of coastal engineering which includes: hydrodynamic and morphodynamic of coastal areas with and without anthropic interventions; the causes that determine the evolution of coasts and erosion phenomena; the possible interventions finalized to the management, defense, stabilization and requalification of the coasts; the Environmental Impact Assessment of coastal defense works and of the ports and the identification of the interventions aimed at mitigating such impacts. The course also develops the theme of "integrated coastal area management" and of coastal monitoring and control activities. The fundamentals of dynamic oceanography and maritime hydraulics are provided during the course. Specific outcomes General knowledge At the end of the course the students will know: (i) the phases in which a coastal engineering study is developed; (ii) the analyzes necessary to reconstruct the natural evolutionary trends of a coastline and to forecast its future evolution; (iii) the possible short-term and long-term alternative solutions that can be adopted to protect the coasts; (iv) the design criteria of coastal defense structures from erosion and flooding; (v) the methodological approach for the development of a regional coastal defense plan. Ability to be part of a working group At the end of the course the students will be able to become part of a working group that deals with coastal engineering. They will be able to work under the guidance of expert coastal engineers, being able also to collaborate constructively with experts from other disciplines that contribute to the management of the coastal region (hydraulic engineers, geologists, economists, biologists, etc.). Ability to develop calculation programs Students will be taught to develop calculation programs for data analysis in the MATLAB environment. The basics of MATLAB programming will be given during the course. The calculation programs that will be developed will be functional to the development of the exercises. Critical development of exercises Students will have to develop some exercises during the course. The exercises cover single design themes. The day of the exam, students must bring a written technical report describing the exercises dealt with during the course. The report must be written by using a technical approach and must contain: the text of the exercise, the description of the method followed to solve the posed problem, the results obtained expressed both in numerical and graphical form, the critical analysis of the obtained results in relation to the project objectives. Communication skills Students' communication skills will be stimulated during the exercises course. Students will be invited to intervene to explain the adopted method to solve the problems, the obtained results and any doubts

HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso di HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES si propone sia di descrivere il funzionamento, sia di fornire modelli e criteri di dimensionamento delle opere (strutturali e non strutturali) per la protezione idraulica del territorio in un'ottica di adattamento e mitigazione degli effetti idrologici dei cambiamenti climatici. Il corso è diviso in tre parti principali in cui saranno trattati, rispettivamente, i seguenti argomenti: A. Definizione del rischio idraulico e delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici. B. Opere di Mitigazione del rischio idraulico C. Modelli di Gestione dei Sistemi Idraulici Complessi Sono trattati modelli idrologici e idraulici a scala di bacino fluviale, le opere di mitigazione del rischio idraulico e di sistemazione fluviale, nonché modelli di gestione di sistemi idraulici complessi. Gli obiettivi formativi generali del corso si inseriscono in quelli più ampi del percorso didattico del CdS, per il quale contribuisce a fornire, per quanto concerne gli aspetti legati alla gestione del rischio idraulico sul territorio, una formazione idonea affinché il laureato sia in grado di operare in campo ingegneristico negli ambiti della tutela dei comparti ambientali e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione:** gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare le problematiche legate alla protezione idraulica del territorio. Saranno in grado di scegliere la strategia di mitigazione migliore, di dimensionare e gestire le opere idrauliche di tipo strutturale e di individuare i modelli idrologici e idraulici utili alla gestione in tempo reale del rischio. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di effettuare scelte di pianificazione e di progettazione relativamente alle diverse strategie di mitigazione del rischio idraulico sul territorio. **Autonomia di giudizio:** Gli studenti che abbiano superato l'esame acquisiranno inoltre autonomia di giudizio con particolare riferimento alle abilità di "valutazione delle strategie di mitigazione del rischio idraulico di tipo strutturale e non strutturale", di "progettazione delle opere idrauliche e di implementazione di modelli idrologici e idraulici utili alla gestione in tempo reale del rischio", e di "pianificazione, progettazione e coordinamento di interventi finalizzati a minimizzare i rischi di impatti negativi sia sull'ambiente naturale e costruito", in particolare nel caso di sistemi o problemi complessi. **Capacità di apprendimento:** L'acquisizione delle competenze di cui sopra contribuirà a costruire una formazione che consenta agli studenti di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche ambientali e territoriali emergenti. Lo svolgimento di esercitazioni di carattere sia numerico sia progettuale contribuirà inoltre allo sviluppo da parte dello studente di capacità di apprendimento autonomo anche con riferimento alla capacità di formulare giudizi e valutazioni critiche sulla base di informazioni limitate o incomplete

(English)

General outcomes The formative objectives of the HYDRAULIC RISK ADAPTATION AND MITIGATION MEASURES course are to calculate the main terms of the hydrologic balance at basin scale; to estimate the hydraulic risk and to estimate the possible actions of mitigation; to design hydraulic works for soil protection; to implement structural and non structural measures for flood prevention, and hydrosystems management models, with a view to adaptation and mitigation of the hydrological effects of climate change. The course is divided into three main parts in which the following topics will be covered respectively: A. Definition of hydraulic risk and adaptation strategies to climate change. B. Hydraulic risk mitigation measures C. Management Models of hydrosystems Some hydrological and hydraulic models are presented for the estimation of the hydraulic risk and possible actions of mitigation, for the planning and design of hydraulic works for soil protection and for the implementation of structural and non structural measures for flood prevention. The general learning outcomes expected are included among the wider outcomes of the whole master programme in Environmental Engineering. To this regard, the module contributes (as for the hydraulic risk management) to the educational background required for the graduate engineer to manage and design interventions for the preservation of the quality of environmental compartments and mitigation of climate change effects. **Specific outcomes** **Knowledge and understanding:** after passing the exam, the students will be able to deal with issues related to flood risk engineering and land protection, with particular reference to the planning the best flood mitigation strategy, to the design and to the management structural and non structural measures for flood strategy also in real time. **Applying knowledge and understanding:** after passing the exam, the students will be able to undertake planning and design alternatives in order to protect and prevent territory from flood risk. **Making judgement:** After passing the exam, the students will acquire the ability to make judgements with particular regard to "the evaluation of flood mitigation strategy both in structural and non structural way" and " the planning, the design of hydraulic works and the implementation of hydrological and hydraulic models for the real time flood risk management", also on complex systems/problems. **Learning skills:** The above mentioned skills will contribute to building a backbone that will allow the students to get updated information in a continuous, autonomous and in-depth

manner, concerning both their professional abilities and the emerging environmental issues. Solving numerical and design exercises will also provide the students with a tool to acquire autonomous learning skills, also with specific regard to the ability to make judgement and critical assessment of the faced problems in case of shortage or lack of the relevant information

GREENHOUSE GASES: CONTROL AND TREATMENT

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso si propone di fornire le basi conoscitive relativamente agli effetti ambientali dei gas serra, ai criteri di accounting delle emissioni nonché alle tecnologie di prevenzione e controllo delle emissioni. Gli obiettivi formativi generali del corso si inseriscono in quelli più ampi del percorso didattico del CdS, per il quale contribuisce a fornire, per quanto concerne gli aspetti legati al controllo e alla regolazione delle emissioni di gas serra, una formazione idonea affinché il laureato sia in grado di operare in campo ingegneristico negli ambiti della tutela dei comparti ambientali e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione:** Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare le problematiche legate alla riduzione delle emissioni di gas serra, dal punto di vista della comprensione degli effetti ambientali e delle metodologie di stima quantitativa di tali emissioni (rif. quadro A4.b.2 scheda SUA – "padronanza delle competenze e delle metodologie dell'ingegneria per la mitigazione del climate change e l'adattamento ai suoi effetti sul territorio") **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di effettuare scelte progettuali relativamente ai sistemi e alle tecnologie impiantistiche più idonee per la prevenzione, il controllo e il trattamento delle emissioni di gas serra (rif. quadro A4.b.2 scheda SUA – capacità "di applicare le .. conoscenze, capacità di comprensione e abilità nell'affrontare problemi e tematiche... connessi ... alla pianificazione, progettazione e realizzazione di azioni e interventi per ... la mitigazione delle emissioni di gas serra"). **Autonomia di giudizio:** Gli studenti che abbiano superato l'esame acquisiranno inoltre autonomia di giudizio con particolare riferimento alle abilità (rif. quadro A4.c scheda SUA) di "valutare quali argomenti debbano essere maggiormente approfonditi e reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione della tematica affrontata", nonché di "utilizzare metodi appropriati per condurre indagini su argomenti tecnici dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione", con specifico riferimento alle metodologie e agli impianti per la mitigazione delle emissioni di gas serra in atmosfera. **Capacità di apprendimento:** Lo svolgimento di esercitazioni numeriche progettuali contribuirà inoltre allo sviluppo da parte dello studente di capacità di apprendimento autonomo, anche con riferimento alla capacità di formulare giudizi e valutazioni critiche sulla base di informazioni limitate o incomplete. L'acquisizione delle competenze di cui sopra contribuirà a costruire una formazione che consenta agli studenti di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche ambientali e territoriali emergenti sul tema del cambiamento climatico (cfr. quadro A4.c scheda SUA)

(English)

General outcomes The module is focused on the fundamentals of the environmental effects of greenhouse gases, the emission accounting methodologies and the prevention and control technologies. The general learning outcomes expected are included among the wider outcomes of the whole master programme in Environmental Engineering. To this regard, the module contributes to the educational background required for the graduate engineer to manage and design interventions for the preservation of the quality of environmental compartments and mitigation of climate change effects, with particular reference to the control of greenhouse gas emissions. **Specific outcomes** **Knowledge and understanding:** After passing the exam, students will be able to deal with issues related to the mitigation of greenhouse gas emissions, with particular reference to the knowledge and understanding of the environmental impact of greenhouse gases and the methodologies for accounting and inventorying of the emissions into the atmosphere. **Applying knowledge and understanding:** After passing the exam, students will be able to undertake design duties with regard to the systems and plants for the prevention, control and treatment of greenhouse gas emissions into the atmosphere, mastering the competences and engineering methods for climate mitigation of and adaptation to climate change effects. **Making judgement:** After passing the exam, the students will also be able to make judgement with particular regard to assessing topics requiring further analysis and collecting suitable technical and scientific documentation, as well as to use adequate methods to investigate environmental engineering topics at their level of knowledge and understanding", with particular regard to methodologies and technologies for greenhouse gas control and treatment. **Learning skills:** Solving practical numerical and design exercises will also provide the students with a tool to acquire autonomous learning skills, also with specific regard to the ability to make judgement and critical assessment of the faced problems in case of shortage or lack of the relevant information. The above mentioned skills will contribute to building a backbone that will allow the students to acquire updated information in a continuous, autonomous and in-depth manner, concerning both their professional abilities and the emerging environmental issues related to climate change

POLICIES AND ACTIONS FOR CLIMATE CHANGE MITIGATION

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso si propone di fornire le basi conoscitive relativamente alle politiche e alle azioni che possono essere sviluppate a livello urbano e territoriale in relazione alla mitigazione dei cambiamenti climatici e all'adattamento ai loro effetti nei contesti urbani, nella considerazione dei più generali obiettivi di sostenibilità e in riferimento agli SDG – Sustainable Development Goals. Gli obiettivi formativi generali del corso si inseriscono in quelli più ampi del percorso didattico del CdS, per il quale contribuisce a fornire, per quanto concerne gli aspetti legati alla gestione urbana e alle azioni di intervento connesse, una formazione idonea affinché il laureato sia in grado di operare negli ambiti dell'adattamento e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, soprattutto in contesti urbani. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione:** Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di definire politiche e azioni per il miglioramento degli insediamenti e dell'organizzazione territoriale in relazione alla mitigazione del climate change e all'adattamento ai suoi effetti territoriali, anche attraverso lo studio delle esperienze più innovative e l'utilizzazione delle sperimentazioni più interessanti nei propri contesti di studio. **Autonomia di giudizio:** Gli studenti che abbiano superato l'esame acquisiranno inoltre autonomia di giudizio rispetto alle vulnerabilità dei contesti urbani e territoriali ai potenziali impatti dei cambiamenti climatici e alla adeguatezza delle politiche pubbliche relative al miglioramento dei sistemi insediativi nei confronti della sostenibilità. **Capacità di apprendimento:** Lo svolgimento di esercitazioni e di percorsi progettuali, sia individuali che di gruppo, contribuirà inoltre allo sviluppo da parte dello studente di capacità di apprendimento autonomo rispetto agli strumenti, alle azioni e agli interventi da utilizzare e sviluppare per affrontare la mitigazione del climate change e l'adattamento ai suoi effetti territoriali, con riferimento a contesti specifici e a soluzioni innovative, da utilizzare in risposta ai problemi emergenti nei contesti urbani. L'acquisizione delle competenze di cui sopra contribuirà a costruire una formazione che consenta agli studenti di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito.

(English)

General outcomes The course aims to provide the knowledge bases relating to the policies and actions that can be developed at an urban and territorial level in relation to the mitigation of climate change and adaptation to their effects in urban contexts, in consideration of the more general sustainability objectives. and with reference to the SDGs - Sustainable Development Goals. The general educational objectives of the course are part of the broader ones of the teaching path of the CdS, for which it contributes to providing, as regards the aspects related to urban management and related intervention actions, suitable training so that the graduate is able to operate in the areas of adaptation and mitigation of the effects of climate change, especially in urban contexts. **Specific outcomes Knowledge and understanding:** Students who have passed the exam will be able to define policies and actions for the improvement of settlements and territorial organization in relation to the mitigation of climate change and adaptation to its territorial effects and more generally to sustainability, evaluating vulnerability and environmental, urban and social risks, defining intervention strategies (ecological networks, settlement reorganization, building solutions, integration with sustainable mobility, etc.), activating paths for involving inhabitants and enhancing environmental and social resilience. **Applying knowledge and understanding:** Students will develop planning paths that will allow them to develop applicative skills in relation to strategies, actions and interventions for the mitigation of climate change and adaptation to its territorial effects, also through the study of the most innovative experiences and the use of the most interesting experiments in the own study contexts. **Making judgement:** Students who have passed the exam will also acquire independent judgment with respect to the vulnerability of urban and territorial contexts to the potential impacts of climate change and the adequacy of public policies relating to the improvement of settlement systems towards sustainability. **Learning skills:** The carrying out of exercises and project paths, both individual and group, will also contribute to the development by the student of independent learning skills with respect to the tools, actions and interventions to be used and developed to address the mitigation of climate change and the " adaptation to its territorial effects, with reference to specific contexts and innovative solutions, to be used in response to emerging problems in urban contexts. The acquisition of the above skills will help build training that allows students to update themselves continuously, independently and in depth

VALUTAZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO GEOTECNICO SISMICO

in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso si propone di fornire le basi teoriche e gli strumenti pratici per la valutazione quantitativa e la mitigazione del rischio associati ai terremoti, con particolare attenzione alle problematiche di geotecnica sismica. Il rischio geotecnico sismico è valutato con riferimento a singole strutture/infrastrutture, beni ambientali e culturali o ad un dato ambito territoriale. Verranno descritte le principali metodologie per l'analisi, a differenti scale, dei fenomeni di amplificazione locale, di instabilità sismica e post-sismica di versanti naturali e artificiali, di liquefazione e mobilità ciclica dei terreni, propedeutici alla stima del rischio ad essi connesso. Saranno inoltre illustrati i criteri di zonazione della suscettibilità e della pericolosità connessa ai suddetti rischi geotecnici sismici. Queste valutazioni costituiscono la necessaria premessa per la disciplina dell'uso del territorio e per la pianificazione degli interventi di carattere preventivo (mitigazione del rischio). **Obiettivi specifici:** Conoscenza e capacità di comprensione. Il corso consente agli allievi di acquisire una conoscenza e comprensione approfondita degli argomenti e dei concetti di base per l'analisi e la valutazione del rischio geotecnico sismico nonché per la sua mitigazione, ad una scala territoriale e a quella del manufatto, con riferimento a diversi problemi applicativi (risposta sismica locale, liquefazione, stabilità dei pendii). Capacità di applicare conoscenza e comprensione. Capacità di eseguire ed interpretare le principali prove geotecniche dinamiche in sito e di laboratorio attraverso la predisposizione di esercitazioni pratiche e visite in laboratorio. Capacità di sviluppare un modello geotecnico di sottosuolo e capacità di risoluzione di problemi di interesse applicativo (risposta sismica locale, liquefazione, stabilità dei pendii in condizioni sismiche). Autonomia di giudizio. Tale obiettivo è raggiunto mediante la risoluzione di esercitazioni pratiche in cui si misura la capacità di soluzione di problemi più o meno complessi, dove necessario procedendo con ipotesi semplificative adeguate e motivate. La partecipazione a laboratori e la redazione di elaborati è un altro strumento utile per sviluppare ulteriormente la capacità di selezionare le informazioni rilevanti per la risoluzione di un dato problema applicativo. Abilità comunicative. Capacità di sintesi e di collegamento tra gli argomenti studiati e loro esposizione in modo compiuto ed efficace. Capacità di apprendimento. Le capacità di apprendimento sono garantite da una padronanza delle conoscenze di base e dallo sviluppo di una visione globale ed unitaria della disciplina, conseguibile attraverso lo studio sistematico e mediante l'impostazione della didattica sotto forma di elaborati con revisioni periodiche.

(English)

General outcomes The course aims to provide the theoretical bases and practical tools for the quantitative assessment and mitigation of the risk associated with earthquakes, with particular attention to earthquake geotechnical problems. The seismic geotechnical risk is assessed with reference to structures / infrastructures, environmental and cultural heritage or to a given territorial area. The main methodologies for the analysis, at different scales, of the local amplification phenomena, seismic and post-seismic instability of natural and artificial slopes, soil liquefaction and cyclic mobility, will be described for estimating the seismic risk. The zoning criteria of the susceptibility and hazard connected to the aforementioned seismic geotechnical risks will also be illustrated. These assessments constitute the necessary premise for the regulation of land use and for the planning of preventive measures (risk mitigation). **Specific outcomes Knowledge and understanding.** The course allows the students to acquire knowledge and understanding of the fundamental aspects for the analysis and evaluation of geotechnical earthquake risk, at different scales, with reference to different engineering problems (seismic response analysis, liquefaction, slope stability). **Applying knowledge and understanding.** Ability to perform and interpret the main dynamic in-situ and laboratory geotechnical tests through the preparation of practical exercises and laboratory visits. Ability to develop a geotechnical model for the subsoil and ability to solve problems of applicative interest (site response, liquefaction, slope stability in seismic conditions). **Making judgements.** This objective is achieved through the resolution of practical exercises in which the ability to solve more or less complex problems is measured, where necessary proceeding with adequate and motivated simplification hypotheses. Participation in labs and the preparation of reports is another useful tool to further develop the ability to select the information relevant to the resolution of a given applicative problem. **Communication skills.** Ability to synthesize and connect the different topics covered in the course and their presentation in a complete and effective way. **Learning skills.** Learning skills are guaranteed by a complete control of basic knowledge and the development of a global and unitary vision of the discipline, achievable through systematic study and by setting up teaching in the form of reports with periodic reviews

URBAN CLIMATOLOGY

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Primo semestre

Obiettivi Generali Il corso si propone di impartire agli studenti le conoscenze di base del clima negli ambienti urbani, con particolare riferimento allo studio dei processi dinamici, termici e radiativi che governano il moto dell'aria nei bassi strati dell'atmosfera e come questi vengano modificati dalla presenza degli edifici. Sono inoltre analizzate tecniche e strategie per la mitigazione del fenomeno dell'isola urbana di calore. **Obiettivi specifici** Conoscenza e comprensione Introdurre i concetti di base della climatologia urbana. Fornire allo studente strumenti applicativi utili alla determinazione del clima in ambiente

urbano nonché nell'interpretazione di dati meteorologici. Conoscenze acquisite (rif. a "Capacità di applicare conoscenza e comprensione" – quadro A4.b.2 scheda SUA): gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di utilizzare le metodologie più idonee per la caratterizzazione climatica del territorio, identificare le variabili di riferimento caratterizzanti l'isola urbana di calore, con particolare riferimento allo strato limite urbano, ed individuare gli strumenti idonei alla loro valutazione. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di progettare interventi per la mitigazione dell'isola urbana di calore nonché di utilizzare modelli matematici idonei alla sua simulazione (rif. a "Capacità di applicare conoscenza e comprensione" – quadro A4.b.2 scheda SUA). Lo studente sarà in grado di condurre indagini e sperimentazioni su campo, di analizzarne e interpretarne i dati, di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale nonché di utilizzare strumenti e metodi dell'ingegneria per controllare il suddetto impatto (rif. a scheda SUA "Competenze ed abilità in materia di progettazione dei processi e degli impianti"). Autonomia di giudizio Gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di operare sia in autonomia sia come componenti di un gruppo e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti. Saranno inoltre capaci di proporre autonomamente percorsi idonei alla soluzione dei problemi, anche con mezzi innovativi (rif. quadro A4.c scheda SUA: valutare quali argomenti debbano essere maggiormente approfonditi e reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione della tematica affrontata). Capacità di apprendimento Il corso prevede esercitazioni pratiche (basate sull'applicazione di modelli numerici idonei alla simulazione del campo meteorologico in aree urbane) volte all'approfondimento delle competenze connesse al tema della mitigazione del climate change (rif. quadro A4.c scheda SUA).

(English)

General Outcomes The course aims to give students the basic knowledge of the climate in urban environments, with particular reference to the study of dynamic, thermal and radiative processes that govern the motion of air in the lower layers of the atmosphere and how these are modified by the presence of buildings. Techniques and strategies for mitigating the phenomenon of the urban heat island are also analyzed. **Specific Outcomes Knowledge and understanding** Introduce the basic concepts of urban climatology. Provide the student with application tools useful for the determination of the climate in the urban environment as well as in the interpretation of meteorological data. **Acquired knowledge** (ref. "Ability to apply knowledge and understanding" - framework A4.b.2 SUA document): students who have passed the exam will be able to use the most suitable methodologies for the climatic characterization of the territory, identify the reference variables characterizing the urban heat island, with particular reference to the urban boundary layer and identify the tools suitable for their evaluation. **Applying Knowledge and understanding** Students who have passed the exam will be able to design actions for the mitigation of the urban heat island as well as to use mathematical models suitable for its simulation (ref. "Ability to apply knowledge and understanding" – framework A4.b.2 SUA document). The student will be able to conduct field surveys and experiments, to analyze and interpret their data, to understand the impact of engineering solutions in the social and physical-environmental context as well as to use engineering tools and methods to control the aforementioned impact (ref. in the SUA document "Skills and skills in the design of processes and plants"). **Making Judgment** Students who have passed the exam will be able to operate both independently and as members of a group and relate to competent subjects in different disciplines. They will also be able to independently propose suitable actions for solving problems, also by innovative means (ref. framework A4.c SUA document: evaluate which topics need to be deepened and find technical and scientific documentation useful for the development and solution of the theme addressed). **Learning skills** The course includes practical exercises (based on the application of numerical models suitable for the simulation of the meteo-climate field in urban areas) aimed at deepening the skills related to the theme of climate change mitigation (ref. framework A4.c SUA document).

SUSTAINABLE MOBILITY

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivi generali Obiettivo principale del corso è quello di fornire una solida conoscenza dei principi matematici alla base della teoria dei sistemi di trasporto nonché la comprensione sistematica degli aspetti e dei concetti chiave del settore. Tale conoscenza verrà potenziata anche attraverso l'analisi di casi di studio che riguardano la mobilità nel suo insieme (in relazione al trasporto privato individuale ed al trasporto pubblico locale). **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione** Al completamento del corso gli studenti avranno maturato una conoscenza ed una capacità di comprensione degli elementi caratterizzanti il sistema dei trasporti e le possibili interazioni con il sistema delle attività territoriali, con particolare riferimento all'analisi dell'offerta di trasporto - declinata nelle componenti infrastrutturali, funzionali ed operative – estesa alle interazioni con l'ambiente e con le scelte di mobilità degli utenti. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione** Tale conoscenza verrà comunque potenziata anche a seguito dello sviluppo di esercitazioni in aula al fine di applicare i principi teorici alla base della pianificazione ed alla gestione dei trasporti. Le applicazioni numeriche presentate e discusse in aula, spaziando dal dimensionamento di sistemi di trasporto su gomma e ferro, all'individuazione di modelli di esercizio per sistemi urbani, per poi approdare alla valutazione di progetti di trasporto utilizzando tecniche multicriterio, dovranno essere svolte e poi raccolte in una sorta di rapporto tecnico; questo documento dovrà essere portato il giorno dell'esame. Tale attività contribuirà ad accrescere la capacità di discussione critica ed autonomia di giudizio da parte degli studenti. **Autonomia di giudizio** Al fine di accrescere sia la discussione critica che le abilità comunicative, anche tenendo conto delle modalità di svolgimento dell'esame finale, gli studenti, organizzati in piccoli gruppi di lavoro, dovranno sviluppare un tema scelto dal (o condiviso con) il docente, inerente alla mobilità di persone o merci, da discutere in aula prima della fine del corso. In tal modo ogni studente, chiamato a presentare alla classe il proprio contributo al lavoro di gruppo, verrà incoraggiato ad esprimere al meglio le proprie capacità comunicative. **Capacità di apprendimento** Per quanto riguarda la capacità di apprendimento, gli studenti svilupperanno una capacità di conoscenza e valutazione dei sistemi di trasporto, declinati nella componente fisica, produttiva ed economico-finanziaria, nonché la conoscenza dei principali strumenti metodologici atti ad investigare l'offerta di trasporto e le sue relazioni con il sistema delle attività

(English)

General Outcomes The main objective of this course is to provide students with a robust knowledge of mathematical principles underlying the transport systems theory, along with a systematic comprehension of issues and key concepts in such a field. This knowledge will also be enhanced by referring to the case studies affecting mobility (private transport and public transit) as a whole. **Specific Outcomes Knowledge and understanding** Once the course is completed, the students will have gained knowledge and an understanding of the main elements characterizing the transport system and its links with the activities system. Particular attention will be paid to the analysis of the transport supply - declined in the infrastructure, functional and operational components - and extended to the land-use interactions. **Applying knowledge and understanding** The knowledge process will also be enhanced thanks to the development of classroom exercises aimed at applying the theoretical principles underlying transport planning and management. Such classroom exercises, ranging from designing of both road and rail-based transport services to the identification of operating models for urban systems, to the appraisal of transport projects using multi-criteria techniques, will have to be solved and then collected all in a sort of technical report; this document needs to be brought on the day of the exam. The above activity will contribute to increasing students' capacity for critical discussion as well as independent judgment. **Making Judgment** In order to increase both the critical discussion and the communication skills, also taking into account the modalities of the final exam, the students, organized in small workgroups, will have to develop a specific topic (within the scope of the people or goods mobility) chosen by or shared with the teacher to be discussed in the classroom before the end of the course. In doing so, each student called to present his/her contribution to the class will be encouraged

to best express his/her communication skills. Learning skills As far as learning ability is concerned, students will develop a capacity for knowledge and evaluation of transport systems - defined according to their physical, productive and economic-financial components - as well as knowledge of the main methodological tools aimed at investigating the transport supply and its relationship with the activities systems

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND PLANNING

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Primo semestre

Obiettivi generali Il corso si propone di fornire le basi conoscitive relativamente alla pianificazione e alla gestione territoriali, urbane e ambientali nella considerazione dei più generali obiettivi di sostenibilità, nonché le capacità di sviluppo di percorsi progettuali e di governo del territorio secondo opportuni criteri di sostenibilità e in riferimento agli SDG – Sustainable Development Goals. Gli obiettivi formativi generali del corso si inseriscono in quelli più ampi del percorso didattico del CdS, per il quale contribuisce a fornire, per quanto concerne gli aspetti legati alla pianificazione territoriale e ambientale, una formazione idonea affinché il laureato sia in grado di operare negli ambiti dell'adattamento e della mitigazione degli effetti del cambiamento climatico, soprattutto in contesti urbani. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione:** Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di affrontare le problematiche legate all'organizzazione dell'insediamento e alla gestione del territorio e delle sue trasformazioni in funzione della mitigazione del climate change e dell'adattamento ai suoi effetti territoriali e più in generale della sostenibilità, in considerazione anche delle popolazioni che vi abitano ed al loro coinvolgimento. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di effettuare una valutazione delle problematiche complesse legate alla gestione sostenibile dei sistemi urbani e territoriali e di applicare le diverse strategie progettuali relativamente agli adeguati assetti urbani e territoriali. **Autonomia di giudizio:** Gli studenti che abbiano superato l'esame acquisiranno inoltre autonomia di giudizio rispetto ai potenziali impatti dei sistemi insediativi rispetto alla loro sostenibilità e ai possibili percorsi praticabili nel governo del territorio. **Capacità di apprendimento:** Lo svolgimento di esercitazioni e di percorsi progettuali, sia individuali che di gruppo, contribuirà inoltre allo sviluppo da parte dello studente di capacità di apprendimento autonome rispetto alle modalità e agli strumenti da utilizzare per affrontare la mitigazione del climate change e l'adattamento ai suoi effetti territoriali, con riferimento a contesti specifici e a soluzioni innovative, da utilizzare in risposta ai problemi emergenti. L'acquisizione delle competenze di cui sopra contribuirà a costruire una formazione che consenta agli studenti di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito.

(English)

General outcomes The course aims to provide the knowledge bases relating to territorial, urban, and environmental planning and management in consideration of the more general sustainability objectives, as well as the ability to develop planning and governance of the territory according to appropriate sustainability criteria and with reference to SDG - Sustainable Development Goals. The general training objectives of the course are part of the broader ones of the teaching path of the CdS, for which it contributes to providing, as regards the aspects related to territorial and environmental planning, suitable training so that the graduate can operate in the fields of adaptation and mitigation of the effects of climate change, especially in urban contexts. **Specific outcomes** **Knowledge and understanding:** Students who have passed the exam will be able to tackle the problems related to the organization of the settlement and the management of the territory and its transformations as a function of the mitigation of climate change and adaptation to its territorial effects and more generally sustainability, also in consideration of the populations who live there and their involvement. **Applying knowledge and understanding:** Students who have passed the exam will be able to carry out an assessment of the complex issues related to the sustainable management of urban and territorial systems and to apply the different design strategies in relation to adequate urban and territorial structures. **Making judgement:** Students who have passed the exam will also acquire independent judgment with respect to the potential impacts of the settlement systems with respect to their sustainability and the possible practicable paths in the governance of the territory. **Learning skills:** The carrying out of exercises and project paths, both individual and group, will also contribute to the development by the student of independent learning skills with respect to the methods and tools to be used to address the mitigation of climate change and adaptation to its effects. territorial, with reference to specific contexts and innovative solutions, to be used in response to emerging problems. The acquisition of the above skills will help build training that allows students to update themselves continuously, independently and in depth

COSTRUZIONI IDRAULICHE PER L'AMBIENTE E LA DIFESA DEL SUOLO

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Primo semestre

Obiettivi generali L'obiettivo principale dell'insegnamento è fornire l'inquadramento teorico ed applicativo per il contenimento e/o il trasporto dell'acqua allo scopo di assicurare l'uso sostenibile della risorsa idrica e la difesa del suolo. L'uso della risorsa idrica trova principale impiego nell'approvvigionamento civile, irriguo o industriale, nel rispetto dei principi di economicità, efficienza ed efficacia, coniugati nell'ambito dei criteri di resilienza e sostenibilità ambientale. La difesa del suolo comprende ogni attività di conservazione dinamica del suolo, considerato nella sua continua evoluzione per cause di natura fisica e antropica; ed ogni attività di preservazione e di salvaguardia di esso, della sua attitudine alla produzione e delle installazioni che vi insistono, da cause straordinarie di aggressione dovute alle acque meteoriche, fluviali e marine o di altri fattori meteorici. **Obiettivi specifici** Al completamento del corso lo studente avrà acquisito la conoscenza approfondita delle problematiche fondamentali della gestione delle risorse idriche e della difesa del suolo; dei principi generali delle tecniche di soluzione delle problematiche fondamentali; delle metodologie di scelta ottimale delle possibili tecniche di soluzione alternative; dei metodi di dimensionamento e verifica delle opere o parti di esse; dei criteri gestionali, di controllo e valutazione prestazionale dei processi implementati. Inoltre, lo studente avrà acquisito le competenze per identificare ed acquisire i dati fondamentali necessari per la gestione delle risorse idriche; per identificare ed acquisire gli elementi quantitativi osservazionali descrittivi delle problematiche della difesa del suolo; per implementare e risolvere su piattaforme informatiche problemi di ottimizzazione di schemi di approvvigionamento idrico, smaltimento delle acque usate ed in generale di pianificazione del ciclo integrato delle acque; per verificare, secondo i principi dell'idraulica, della scienza delle costruzioni e della geotecnica, opere complesse e parti elementari delle stesse; per effettuare il dimensionamento dei sistemi complessi di opere, sia dal punto di vista realizzativo, sia dal punto di vista gestionale; per implementare modelli numerici funzionali di sistemi complessi di opere idrauliche o di difesa del suolo, sviluppando criteri gestionali multi obiettivo o indici di valutazione prestazionale

(English)

General outcomes The main objective of the course is to provide the theoretical and application framework for the containment and/or transport of water to ensure the sustainable use of water resources and the protection of the soil. The use of water resources is mainly used in civil, irrigation or industrial procurement, in compliance with the principles of economy, efficiency and effectiveness, combined in the context of environmental resilience and sustainability criteria. Soil protection includes any dynamic soil conservation activity, considered in its continuous evolution for reasons of a physical and anthropic nature; and every activity of preservation and safeguarding of it, of its aptitude for production and of the installations that insist on it, from

extraordinary causes of aggression due to rainwater, river and marine waters or other meteoric factors. Specific outcomes Upon completion of the course the student will have acquired in-depth knowledge of the fundamental problems of water resource management and soil protection; general principles of techniques for solving fundamental problems; the methodologies of optimal choice of possible alternative solution techniques; the methods for sizing and checking the works or parts of them; of the management, control and performance evaluation criteria of the implemented processes. In addition, the student will have acquired the skills to identify and acquire the fundamental data necessary for the management of water resources; to identify and acquire quantitative observational elements descriptive of soil defence issues; to implement and solve on IT platforms problems of optimizing water supply schemes, disposal of used water and in general planning of the integrated water cycle; to verify, according to the principles of hydraulics, construction science and geotechnics, complex works and elementary parts of the same; to carry out the pre-sizing of complex systems of works, both from the construction point of view and from the management point of view; to implement functional numerical models of complex systems of hydraulic works or soil defence, developing multi-objective management criteria or performance evaluation indices

ENVIRONMENTAL GEOPHYSICS

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivi generali L'obiettivo principale del corso è quello di formare gli studenti nei principi fondamentali dei metodi geofisici applicati alla tutela dell'ambiente, con particolare riferimento alla valutazione del rischio, al monitoraggio ambientale e alla definizione di modelli multi-parametrici del sottosuolo per la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione:** Il corso si propone di fornire gli strumenti teorici e pratici relativamente all'applicazione dei metodi geofisici per lo studio dell'assetto del sottosuolo, lo studio e il monitoraggio di opere d'ingegneria civile e ambientale, l'individuazione e la mappatura di acquiferi, la valutazione delle georisorse, la mappatura dei siti inquinati, il rilevamento batimetrico e l'individuazione di contaminazione in aree marine. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione:** Al termine del corso gli studenti saranno in grado di selezionare, acquisire, elaborare ed interpretare correttamente i dati geofisici sismici, elettrici ed elettromagnetici sia in ambiente terrestre che acquatico. Tali competenze comprenderanno anche la capacità di utilizzo della strumentazione geofisica, di software specifici del settore e di algoritmi numerici sviluppati in ambiente Matlab e/o Python. **Capacità critiche e di giudizio:** Tramite lo svolgimento di simulazioni a piccola scala di ogni tecnica geofisica trattata, il corso svilupperà negli studenti la capacità di giudizio autonomo delle indagini geofisiche maggiormente idonee per la soluzione dello specifico problema ingegneristico in esame e l'eventuale integrazione delle stesse per la definizione di un modello multi-parametrico del sottosuolo. Inoltre gli studenti saranno in grado di valutare correttamente i vantaggi e gli svantaggi di ogni tecnica studiata anche in funzione del rapporto benefici/costi. **Capacità di apprendimento:** Il corso favorirà l'interscambio e la trasmissione di conoscenze per mezzo di esercitazioni numeriche di gruppo mirate alla soluzione di un problema ingegneristico tramite l'applicazione delle tecniche geofisiche e lo sviluppo della capacità di utilizzo del linguaggio tecnico proprio del settore. Le conoscenze teoriche e pratiche fornite costituiranno la base per un approfondimento autonomo in ambito professionale, con riferimento anche agli avanzamenti tecnologici strumentali e numerici

(English)

General outcomes The main goal of the course is to train students in the basic principles of geophysical methods applied to environmental engineering, with particular reference to risk assessment, environmental monitoring and definition of multi-parametric models of the subsoil for climate change mitigation and adaptation. **Specific outcomes** **Knowledge and understanding:** The course aims to provide both theoretical and practical skills in applying the geophysical techniques for assessing the subsoil layering, mapping contaminated sites, monitoring civil and environmental engineering structures, bathymetric surveying and detection of contaminated marine sites. **Apply knowledge and understanding:** At the end of the course, students will be able to correctly select, acquire, process and interpret seismic, electric and electromagnetic geophysical data both for terrestrial and marine environments. Students will also practice geophysical instruments, software and numerical algorithms developed in Matlab and/or Python. **Making judgment:** Students will be able to select the most suitable geophysical techniques for the specific case study and to jointly apply them in order to define a multi-parametric model of the subsoil, through small-scale simulations of each geophysical technique. Furthermore, they will assess properly the potential and limits of each technique with reference to the benefit/cost ratio. **Learning skills:** Group numerical exercises based on problem solving through the application of geophysical techniques will train students towards knowledge exchange and improving the use of technical language. Both theoretical and practical skills acquired will allow students to keep up-to-date, with particular reference to new developments in instrumentation and software

PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Il corso si propone di fornire allo studente i principi fondamentali della pianificazione territoriale secondo un approccio sistemico, gli strumenti ed i metodi della pianificazione territoriale, ambientale, paesistica ed urbana alle differenti scale, nonché di maturare la capacità di analisi integrata del territorio in un'ottica di sostenibilità. **Obiettivi** inoltre sono la visione complessiva dei processi di gestione territoriale in un'ottica di sostenibilità e di sviluppo locale, e delle interdipendenze tra i fattori fisici e quelli socio-economici. Per quanto riguarda l'autonomia di giudizio, date le specificità dell'operare in situazioni territoriali complesse, con rilevanti componenti politiche e sociali, lo studente dovrà maturare la capacità di usare le proprie conoscenze per gestire problemi complessi e di tipo sistemico, anche poco noti o interdisciplinari. Maturare capacità di interagire con i processi sociali e culturali; capacità di operare in condizioni di incertezza; capacità di sviluppare gestione di processi e programmi complessi per lo sviluppo locale sostenibile. Per quanto riguarda le abilità comunicative, saper gestire le relazioni con la pluralità di soggetti, specialisti e non specialisti, istituzioni, tecnici e cittadini, coinvolti nei problemi di tutela dell'ambiente, dell'uso eco-compatibile delle risorse, della gestione e riqualificazione territoriale e ambientale in un'ottica di sviluppo sostenibile. Saper sviluppare processi di progettazione partecipata. Saper operare in autonomia, ma anche lavorare come componente (o coordinatore) di un gruppo a carattere interdisciplinare e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti. Per quanto riguarda la capacità di apprendimento, sviluppare una capacità di conoscenza e valutazione delle interdipendenze tra i vari fattori antropici, ambientali, socio-economici e territoriali. Fornire i concetti di base della pianificazione del territorio, illustrare i principali strumenti di piano e approfondire gli aspetti ambientali della pianificazione. Sviluppare una padronanza degli approcci e delle metodologie di pianificazione e valutazione ambientale e territoriale, nel quadro della progettazione partecipata, dello sviluppo locale e dello sviluppo sostenibile

(English)

The course aims to provide the student with the fundamental principles of territorial planning according to a systemic approach, the tools and methods of territorial, environmental, landscape and urban planning at different scales, as well as to develop the integrated analysis of the territory in a sustainability

perspective. Objectives are also the overall vision of territorial management processes with a view to sustainability and local development, and the interdependencies between physical and socio-economic factors. Regarding the autonomy of judgment, given the specificities of operating in complex territorial situations, with relevant political and social components, the student will have to develop the ability to use his or her knowledge to manage complex and systemic problems, even those little known or interdisciplinary. To mature ability to interact with social and cultural processes; ability to operate in conditions of uncertainty; ability to develop management of complex processes and programs for sustainable local development. With regard to communicative skills, knowing how to manage relationships with the plurality of subjects, specialists and non-specialists, institutions, technicians and citizens, involved in problems of environmental protection, eco-compatible use of resources, management and requalification territorial and environmental aspects looking at sustainable development. Knowing how to develop participatory planning processes. able to operate independently, but also to work as a component (or coordinator) of an interdisciplinary group and to relate to competent subjects in different disciplines. Regarding learning ability, developing a capacity for knowledge and evaluation of the interdependencies between the various anthropic, environmental, socio-economic and territorial factors. To provide the basic concepts of spatial planning, illustrate the main planning tools and deepen the environmental aspects of planning. To develop a mastery of the approaches and methods of planning and environmental and territorial evaluation, within the framework of participatory planning, local development and sustainable development

Environmental Economics

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Primo semestre

General learning outcomes This course introduces you to economic perspectives on modern environmental issues. We will study economic theories related to natural resources, with an emphasis on the strengths and weaknesses of alternative viewpoints. You will learn that economic objectives do not necessarily conflict with environmental goals, and that markets can be harnessed to improve environmental quality. We will also discuss the limitations of economic analysis to provide policy guidance on environmental issues. **Specific learning outcomes** Knowledge and understanding skill At the end of the course the students will have acquired both theoretical knowledge as well as knowledge on specific applications including renewable and non-renewable resources, with a specific focus on circular bioeconomy. By the end of the course, students will be able to express an informed view regarding the potential of economics to help societies achieve their environmental goals. **Applying knowledge and understanding skill** At the end of the course the students are able to identify actions for improving environmental quality and promoting a sound sustainable transition. They are able to assess and define policy measures based on the knowledge acquired throughout the course. They apply to real case studies models and theories with specific reference to circular bioeconomy. **Making judgement skill** The students exercise their making judgement skill by means of the preparation of a power point presentation based on a real case study, to which apply theories and models presented during the course. **Communication skill** The students exercise their communication skill during the presentations, projected to the whole classroom. Moreover, the preparation of the ppt presentation involves communication, in textual and graphical form, to present orally to the class. **Learning skill** The students exercise their self-learning skill by tackling the analysis of sustainability assessment with a focus on LCA and S-LCA methodologies. This analysis requires adapting general theoretical concepts to specific case studies especially for the bioeconomy sector.

(English)

General learning outcomes This course introduces you to economic perspectives on modern environmental issues. We will study economic theories related to natural resources, with an emphasis on the strengths and weaknesses of alternative viewpoints. You will learn that economic objectives do not necessarily conflict with environmental goals, and that markets can be harnessed to improve environmental quality. We will also discuss the limitations of economic analysis to provide policy guidance on environmental issues. **Specific learning outcomes** Knowledge and understanding skill At the end of the course the students will have acquired both theoretical knowledge as well as knowledge on specific applications including renewable and non-renewable resources, with a specific focus on circular bioeconomy. By the end of the course, students will be able to express an informed view regarding the potential of economics to help societies achieve their environmental goals. **Applying knowledge and understanding skill** At the end of the course the students are able to identify actions for improving environmental quality and promoting a sound sustainable transition. They are able to assess and define policy measures based on the knowledge acquired throughout the course. They apply to real case studies models and theories with specific reference to circular bioeconomy. **Making judgement skill** The students exercise their making judgement skill by means of the preparation of a power point presentation based on a real case study, to which apply theories and models presented during the course. **Communication skill** The students exercise their communication skill during the presentations, projected to the whole classroom. Moreover, the preparation of the ppt presentation involves communication, in textual and graphical form, to present orally to the class. **Learning skill** The students exercise their self-learning skill by tackling the analysis of sustainability assessment with a focus on LCA and S-LCA methodologies. This analysis requires adapting general theoretical concepts to specific case studies especially for the bioeconomy sector.

LANDSLIDES AND SLOPE ENGINEERING

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Secondo semestre

Obiettivi generali Il corso ha lo scopo di fornire gli elementi essenziali per la valutazione quantitativa della stabilità di pendii naturali e artificiali soggetti a carichi statici, ambientali e sismici. Esso illustra, inoltre, le principali strategie di stabilizzazione, evidenziandone i caratteri specifici e la loro sostenibilità. **Obiettivi specifici** Conoscenza e capacità di comprensione La prima parte, finalizzata alla classificazione delle frane, è seguita dalla discussione delle tecniche di indagine geotecnica per i pendii: ciò consente di riconoscere il problema ingegneristico oggetto del corso. Il passo successivo è volto all'analisi della stabilità dei pendii in condizioni statiche, ambientali (correlate alle modifiche climatiche) e sismiche. Quanto acquisito è poi applicato alla identificazione, progetto e verifica dei differenti approcci ingegneristici per la stabilizzazione dei pendii. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione** Al termine del corso lo studente sarà in grado di riconoscere le principali caratteristiche di un pendio, studiarne la stabilità, anche considerando eventuali modifiche delle condizioni al contorno dovute a processi correlati al clima e alla sua mutazione, e analizzarne le principali strategie di stabilizzazione da selezionare in base alla loro sostenibilità. L'intero percorso proposto potrà poi essere adottato a riferimento dallo studente nella sua futura attività professionale. **Autonomia di giudizio** Lo studente avrà occasione di maturare la sua autonomia di giudizio attraverso le esercitazioni nel corso delle quali sarà chiamato a risolvere problemi applicativi. **Capacità comunicative** Le capacità comunicative saranno stimolate sia nel corso delle esercitazioni che della loro revisione durante le lezioni, nonché in sede d'esame. **Capacità di apprendimento** Allo studente è richiesto di acquisire le nozioni in un contesto generale, per poi applicarle a singoli casi specifici: ciò stimolerà il processo di apprendimento attraverso l'elaborazione e il consolidamento dei contenuti del corso

(English)

General learning outcomes The course is aimed at providing the essential elements to quantitatively evaluate the stability of natural and artificial slopes,

under static, environmental and seismic conditions. It also illustrates the main stabilisation actions that can be taken, highlighting their sustainability characteristics. Specific learning outcomes Knowledge and understanding skill The teaching activity is initially aimed at classifying the slopes; this is followed by the related site investigation strategies. This allows the student to recognise and identify the engineering problem. The following steps include the analysis of the stability conditions, under static, environmental (i.e. climate change-related) and seismic conditions. The whole background is then applied to the identification, design and validation of the stabilisation strategies. Applying knowledge and understanding skill At the end of the course the student is able to identify the main features of a slope, analyse its stability conditions, also considering long-term climatic-driven modifications of the boundary conditions, and design the possibly necessary stabilisation actions keeping as a reference their sustainability. The whole process of analysis and design is developed such that the student will be able to directly apply it in his/her future professional activity. Making judgement skill The student will apply his/her judgment skill through the tutorials, which consist of the solution of applied cases. Communication skill The student will show his/her communication skills during the tutorials, their review during the teaching stage and through their discussion during the oral examination stage. Learning skill The student is asked to learn the notions with reference to a general context and apply them to a set of specific cases. This should trigger his/her capability of elaborating and consolidating the whole content of the course

MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi Generali Il corso fornisce gli strumenti di base per lo sviluppo e l'applicazione di modelli per il calcolo della dispersione di inquinanti in atmosfera, mare, acque superficiali, falde e suoli. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione** Alla fine del corso gli studenti arriveranno alla conoscenza delle equazioni che governano i fenomeni di inquinamento nella forma generale teorica e in quella semplificata, che conduce alla formulazione dei modelli tecnici applicativi. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione** Gli studenti acquisiranno le capacità di sviluppare e utilizzare i modelli di calcolo per la previsione dell'inquinamento, con piena consapevolezza delle implicazioni prodotte dalle ipotesi semplificative adottate. Saranno in grado di selezionare la soluzione tecnica più efficace in base alle caratteristiche del problema da simulare e ai dati di input disponibili. **Autonomia di giudizio** Gli studenti acquisiranno la capacità di selezionare i dati di input più rilevanti per la simulazione dei problemi, saranno in grado di analizzare in modo critico i risultati numerici per assicurarne la validità e potranno formulare soluzioni originali a problemi non convenzionali. **Abilità comunicative** Gli studenti saranno in grado di comunicare le informazioni relative ai problemi, ai metodi utilizzati ed ai risultati ottenuti anche ad interlocutori non specialisti della materia, tramite relazioni verbali e scritte. Grazie all'istituzione di gruppi di lavoro all'interno del corso, svilupperanno anche le abilità comunicative con i colleghi, per un'interazione più efficace nell'attività collettiva. **Capacità di apprendimento** Dopo aver compreso le basi teoriche della materia, gli studenti acquisiranno inoltre la consapevolezza della necessità di un approfondimento autonomo per la risoluzione dei problemi più complessi, che esulano dalle specifiche competenze tecniche apprese nel corso accademico

(English)

General Outcomes The course provides the basic instruments for the development and application of numerical models finalized to the study of the pollutant dispersion in atmosphere, sea waters, surface waters, groundwaters and soil. **Specific Outcomes** **Knowledge and understanding** At the end of the course the students will know the equations that describe the pollution phenomena in general theoretical and in the simplified form, which leads to the formulation of the operative models. **Applying knowledge and understanding** Students will acquire the skills to develop and use models for the prediction of pollution, with full awareness of the implications produced by the simplified hypotheses adopted. They will be able to select the most effective technical solution, based on the characteristics of the problem to be simulated and the available input data. **Making judgment** Students will acquire the ability to select the most relevant input data for the problem analysed, they will be able to critically analyze numerical results to ensure their validity and will be able to formulate original solutions to unconventional problems. **Communication skills** Students will be able to communicate information relating to problems, methods and results obtained also to non-specialist interlocutors in the subject, through verbal and written reports. Through the working groups of the course, they will also develop communication skills with colleagues, for more effective interaction in collective activities. **Learning skills** After understanding the theoretical basis of the course, students will also acquire the awareness of the need for an autonomous study for solving more complex problems, which go beyond the specific technical knowledge learned in the academic course

MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION 1: in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivi Generali Il corso fornisce gli strumenti di base per lo sviluppo e l'applicazione di modelli per il calcolo della dispersione di inquinanti in atmosfera, mare, acque superficiali, falde e suoli. **Obiettivi specifici** **Conoscenza e comprensione** Alla fine del corso gli studenti arriveranno alla conoscenza delle equazioni che governano i fenomeni di inquinamento nella forma generale teorica e in quella semplificata, che conduce alla formulazione dei modelli tecnici applicativi. **Capacità di applicare conoscenza e comprensione** Gli studenti acquisiranno le capacità di sviluppare e utilizzare i modelli di calcolo per la previsione dell'inquinamento, con piena consapevolezza delle implicazioni prodotte dalle ipotesi semplificative adottate. Saranno in grado di selezionare la soluzione tecnica più efficace in base alle caratteristiche del problema da simulare e ai dati di input disponibili. **Autonomia di giudizio** Gli studenti acquisiranno la capacità di selezionare i dati di input più rilevanti per la simulazione dei problemi, saranno in grado di analizzare in modo critico i risultati numerici per assicurarne la validità e potranno formulare soluzioni originali a problemi non convenzionali. **Abilità comunicative** Gli studenti saranno in grado di comunicare le informazioni relative ai problemi, ai metodi utilizzati ed ai risultati ottenuti anche ad interlocutori non specialisti della materia, tramite relazioni verbali e scritte. Grazie all'istituzione di gruppi di lavoro all'interno del corso, svilupperanno anche le abilità comunicative con i colleghi, per un'interazione più efficace nell'attività collettiva. **Capacità di apprendimento** Dopo aver compreso le basi teoriche della materia, gli studenti acquisiranno inoltre la consapevolezza della necessità di un approfondimento autonomo per la risoluzione dei problemi più complessi, che esulano dalle specifiche competenze tecniche apprese nel corso accademico

(English)

General Outcomes The course provides the basic instruments for the development and application of numerical models finalized to the study of the pollutant dispersion in atmosphere, sea waters, surface waters, groundwaters and soil. **Specific Outcomes** **Knowledge and understanding** At the end of the course the students will know the equations that describe the pollution phenomena in general theoretical and in the simplified form, which leads to the formulation of the operative models. **Applying knowledge and understanding** Students will acquire the skills to develop and use models for the prediction of pollution, with full awareness of the implications produced by the simplified hypotheses adopted. They will be able to select the most effective technical solution, based on the characteristics of the problem to be simulated and the available input data. **Making judgment** Students will acquire the ability to select the most relevant input data for the problem analysed, they will be able to critically analyze numerical results to ensure their validity and will be able to formulate original solutions to unconventional problems. **Communication skills** Students will be able to communicate information relating to problems, methods and results obtained also to

non-specialist interlocutors in the subject, through verbal and written reports. Through the working groups of the course, they will also develop communication skills with colleagues, for more effective interaction in collective activities. Learning skills After understanding the theoretical basis of the course, students will also acquire the awareness of the need for an autonomous study for solving more complex problems, which go beyond the specific technical knowledge learned in the academic course

MODELLING OF ENVIRONMENTAL POLLUTION 2: in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce gli strumenti di base per lo sviluppo e l'applicazione di modelli per il calcolo della dispersione di inquinanti in atmosfera, mare, acque superficiali, falde e suoli. Il corso fornisce agli studenti le conoscenze per l'applicazione di modelli complessi applicati alla contaminazione di suoli, acque superficiali e acque sotterranee. Il corso è molto applicativo e oltre a fornire le conoscenze indispensabili per l'interpretazione dei fenomeni chimico-fisici nei comparti (knowledge and understanding) consente allo studente di lavorare con i modelli con applicazioni a casi studio (applying knowledge and understanding). L'uso e la pratica su tali strumenti di conoscenza ambientale sarà accompagnato da approfondimenti specifici che permetteranno allo studente di raggiungere la capacità decisionale necessaria a rappresentare le problematiche che si incontrano nella professione (make judgements). Tali capacità saranno parte integrante della formazione ambientale completa necessaria per una posizione avanzata nel mondo del lavoro (learning skills+)

(English)

The course provides the basic instruments for the development and application of numerical model finalized to the study of the pollutant dispersion in atmosphere, sea waters, surface waters, groundwaters and soil. The course provides students with the knowledge for the application of complex models applied to the contamination of soils, surface waters and groundwaters. The course is very applicative and in addition to providing the knowledge necessary for the interpretation of chemical-physical phenomena in the sectors (knowledge and understanding) it allows the student to work with models with applications to case studies (applying knowledge and understanding). The use and practice of these environmental knowledge tools will be accompanied by specific insights that will allow the student to reach the decision-making capacity necessary to represent the problems encountered in the job (make judgments). These skills will be an integral part of the complete environmental training necessary for an advanced position in the world of work (learning skills)

ALTRE CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Al termine del percorso lo studente è tenuto a superare una prova di avvenuta acquisizione di altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro. L'acquisizione compiuta di tali conoscenze di regola avviene con il completamento della tesi di laurea. Nello specifico, il superamento della prova consentirà di verificare che lo studente abbia acquisito le seguenti capacità trasversali: Autonomia di giudizio 1. capacità di acquisire, analizzare ed elaborare dati per poterne formulare correttamente l'interpretazione 2. capacità di reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione delle tematiche affrontate 3. capacità di utilizzare metodi appropriati per condurre indagini su argomenti tecnici dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione Abilità comunicative 1. comunicare in modo chiaro e argomentare le proprie conclusioni, nonché le conoscenze e gli orientamenti scientifici ad esse sottese, ad interlocutori specialisti e non specialisti 2. gestire le relazioni con la pluralità di soggetti, specialisti e non specialisti, coinvolti nei problemi di tutela dell'ambiente, dell'uso eco-compatibile delle risorse, della gestione e pianificazione ambientale e territoriale, della difesa del suolo e dello sviluppo sostenibile 3. saper operare in autonomia, ma anche lavorare come componente di un gruppo e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti 4. coordinare un gruppo, anche a carattere interdisciplinare Capacità di apprendere 1. capacità di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche ambientali e territoriali emergenti 2. padronanza delle conoscenze specialistiche e delle metodologie di approfondimento critico

(English)

At the end of the Master programme, students will have to pass a test to assess the acquisition of additional competences for their future professional career. The full acquisition of such competences is typically expected to be associated to the completion of the final thesis project. Specifically, upon passing the exam, students will have acquired the following soft skills. Making judgement: 1. Ability to collect, analyze and process data in view of correct interpretation 2. Ability to collect suitable technical and scientific documents to develop and solve engineering issues 3. Ability to use appropriate methods to deal with environmental engineering issues at their knowledge and understanding level Communication skills 1. Ability to communicate clearly and explain scientific topics and conclusions to both a specialized and non-specialized audience 2. Ability to relate with a range of subjects (specialized and non-specialized) involved in environmental protection, sustainable use of resources, environmental management and planning, soil protection and sustainable development 3. Ability of both individual and team working and interaction with different professionals 4. Ability to coordinate a group Learning skills 1. Ability to continuously undertake further study with the required degree of autonomy and detail concerning both professional abilities and emerging environmental issues 2. Command of specialized competences and critical in-depth investigation

COMPUTING AND TELEMATIC SKILLS

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Al termine del percorso lo studente è tenuto a superare una prova di avvenuta acquisizione di altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro. L'acquisizione compiuta di tali conoscenze di regola avviene con il completamento della tesi di laurea. Nello specifico, il superamento della prova consentirà di verificare che lo studente abbia acquisito le seguenti capacità trasversali: Autonomia di giudizio 1. capacità di acquisire, analizzare ed elaborare dati per poterne formulare correttamente l'interpretazione 2. capacità di reperire documentazione tecnica e scientifica utile allo sviluppo e alla soluzione delle tematiche affrontate 3. capacità di utilizzare metodi appropriati per condurre indagini su argomenti tecnici dell'ingegneria per l'ambiente e il territorio adeguati al proprio livello di conoscenza e di comprensione Abilità comunicative 1. comunicare in modo chiaro e argomentare le proprie conclusioni, nonché le conoscenze e gli orientamenti scientifici ad esse sottese, ad interlocutori specialisti e non specialisti 2. gestire le relazioni con la pluralità di soggetti, specialisti e non specialisti, coinvolti nei problemi di tutela dell'ambiente, dell'uso eco-compatibile delle risorse, della gestione e pianificazione ambientale e territoriale, della difesa del suolo e dello sviluppo sostenibile 3. saper operare in autonomia, ma anche lavorare come componente di un gruppo e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti 4. coordinare un gruppo, anche a carattere interdisciplinare Capacità di apprendere 1. capacità di aggiornarsi in modo continuo, autonomo ed approfondito, sia per quanto riguarda le capacità professionali sia per quanto riguarda le problematiche

ambientali e territoriali emergenti 2. padronanza delle conoscenze specialistiche e delle metodologie di approfondimento critico

(English)

At the end of the Master programme, students will have to pass a test to assess the acquisition of additional competences for their future professional career. The full acquisition of such competences is typically expected to be associated to the completion of the final thesis project. Specifically, upon passing the exam, students will have acquired the following soft skills. Making judgement: 1. Ability to collect, analyze and process data in view of correct interpretation 2. Ability to collect suitable technical and scientific documents to develop and solve engineering issues 3. Ability to use appropriate methods to deal with environmental engineering issues at their knowledge and understanding level Communication skills 1. Ability to communicate clearly and explain scientific topics and conclusions to both a specialized and non-specialized audience 2. Ability to relate with a range of subjects (specialized and non-specialized) involved in environmental protection, sustainable use of resources, environmental management and planning, soil protection and sustainable development 3. Ability of both individual and team working and interaction with different professionals 4. Ability to coordinate a group Learning skills 1. Ability to continuously undertake further study with the required degree of autonomy and detail concerning both professional abilities and emerging environmental issues 2. Command of specialized competences and critical in-depth investigation

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E ANALISI DI RISCHIO

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso si pone come obiettivi quelli di consentire di realizzare Studi di Impatto Ambientale o di verificarne la completezza e l'attendibilità mediante le più attuali metodologie per lo studio dei processi di dispersione di contaminanti nei comparti ambientali e delle loro interazione con i ricettori finali. Il corso prevede l'analisi dei principali processi chimico-fisici che governano i fenomeni di trasporto e dispersione dei contaminanti in atmosfera, acque superficiali, acque sotterranee e zona non satura e verranno fornite le indicazioni fondamentali per l'impiego dei modelli idonei allo studio dei processi descritti. Capacità di realizzazione di un SIA nella forma richiesta dagli enti, padronanza dei processi di trasporto e dispersione, analisi di rischio applicata alle bonifiche di suoli e sottosuoli. Il corso risulta essere fortemente finalizzante a assumere padronanza delle metodologie tecniche per la valutazione degli impatti legati ad opere ed infrastrutture da realizzarsi sul territorio, lo studente affronta i diversi comparti ambientali approfondendo tematiche riguardanti la fisica degli stessi (knowledge and understanding) che influenzano i processi fondamentali del destino degli inquinanti nei diversi comparti. Sono inoltre studiati casi applicati in modo da trasferire le conoscenze formative all'applicazione delle stesse (Applying knowledge and understanding). Lo studente acquisisce inoltre la capacità di gestire le diverse competenze coinvolte nella redazione di un SIA utilizzando le conoscenze acquisite per definire scenari e assumere ipotesi (making judgements). Non manca il riferimento ad altre situazioni in cui l'utilizzo di modelli numerici permette di risolvere problematiche inerenti all'ambiente (es. bonifiche) (learning skills)

(English)

The course aims to allow to carry out Environmental Impact Studies or to verify their completeness the reliability through the most current methodologies for the study of the dispersion processes of contaminants in the environmental and environmental sectors their interaction with the final receptors. The course includes the analysis of the main chemical-physical processes that govern the phenomena of transport and dispersion of contaminants into the atmosphere, surface water, groundwater and unsaturated area and the fundamental indications for the use of models suitable for the study of the processes described. Ability to create an SIA in the form required by the entities, mastery of transport and dispersion processes, risk analysis applied to soil and subsoil remediation. The course is strongly aimed at mastering the technical methodologies for assessing the impacts related to works and infrastructures to be carried out on the territory, the student deals with the various environmental elements deepening issues concerning the physics of the same (knowledge and understanding) that influence the fundamentals processes of the fate of pollutants in the various sectors. Applied cases are also studied in order to transfer training knowledge to their application (Applying knowledge and understanding). The student also acquires the ability to manage the different skills involved in drafting an SIA by using the knowledge acquired to define scenarios and make hypotheses (making judgments). There is no lack of reference to other situations in which the use of numerical models allows to solve environmental problems (e.g. remediation) (learning skills)

MECCANICA DELLE ROCCE

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

Il corso illustra il comportamento meccanico degli ammassi rocciosi e al termine del corso lo studente avrà acquisito la capacità di: a) progettare un piano di indagini conoscitive; b) eseguire la caratterizzazione geotecnica degli ammassi rocciosi; c) identificare i più tipici fenomeni di instabilità dei pendii in roccia e descriverne la meccanica; d) stimare le condizioni di stabilità; e) progettare il sistema degli interventi di stabilizzazione. Il corso ha un carattere progettuale e al termine del corso lo studente avrà acquisito, oltre alle conoscenze specifiche nell'affrontare problemi e tematiche connesse alla difesa del suolo (knowledge and understanding), la capacità in piena autonomia di giudizio di trattare la complessità dei problemi geotecnici (applying knowledge and understanding). Inoltre nel percorso verso il riconoscimento dei fenomeni di instabilità e la scelta dei metodi e modelli di analisi di stabilità lo studente dovrà eseguire scelte tecniche in presenza di informazioni ridotte, che tipicamente si riscontrano nei problemi geotecnici (making judgements). Infine per il progetto degli interventi di stabilizzazione lo studente dovrà assumersi la responsabilità di prendere decisioni tecniche (making judgements). Poiché il progetto ingegneristico richiesto si basa su casi reali lo studente dovrà trasformare la realtà complessa in modelli possibili. In questo percorso lo studente è chiamato a: definire le lacune di informazioni fornite nel caso reale, individuare le ulteriori richieste per l'approfondimento delle conoscenze, affrontare in modo autonomo eventuali ulteriori studi destinati all'apprendimento permanente (learning skills).

(English)

The course is devoted to illustrate the mechanical behavior of rock masses with the aim to: a) design a plan of investigations; b) carry out the mechanical characterization of rock masses; c) identify the instability mechanisms of rock slopes; d) analyse the stability conditions of slopes; e) plan the design of stabilization measures. At the end of the course successful students, not only they acquire key competences (knowledge and understanding), also acquire the ability to independently handle the complexity of geotechnical problems (applying knowledge and understanding). In addition, for the recognition of instability phenomena and for the choice of methods and models of stability analyses, students have to make technical choices having reduced information, which is typically encountered in geotechnical problems (making judgements). Finally, for the design of stabilization measures, students have to take

responsibility for assuming technical decisions (making judgements). Since the required engineering project is based on real cases, students have to turn complex reality into possible simplified models. Then students are called to: define the gaps of information provided in the real case, identify additional requests for improving knowledge, independently address any further studies intended for his/her learning (learning skills)

PROVA FINALE

in **Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre**, in **Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso di Laurea Magistrale è completato con una prova finale di 17 CFU, che consiste nella redazione, presentazione e discussione di una tesi su argomento inerente le tematiche applicative dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio. La tesi è costituita da un progetto o da uno studio di tipo applicativo/sperimentale, nella quale l'Allievo ha la possibilità di affrontare un tema rilevante, applicando le competenze acquisite nello specifico percorso formativo seguito. Ciascuno studente è chiamato a presentare il proprio lavoro di tesi di fronte ad una Commissione composta da almeno sette docenti. Alla presentazione segue una discussione finale sulla base di specifici quesiti posti dalla Commissione di laurea. Nell'ambito della fase di elaborazione della prova finale è richiesto anche di aver approfondito le conoscenze relative alle abilità informatiche e telematiche, che danno diritto all'acquisizione di 1 ulteriore CFU. Nel corso della discussione delle elaborazioni sviluppate il futuro laureato deve dimostrare: - la padronanza degli argomenti trattati, che testimoniano l'acquisizione di adeguate capacità di apprendimento - abilità comunicative sia nello svolgimento del proprio lavoro di tesi sia nella presentazione critica delle proprie autonome elaborazioni di fronte alla Commissione di esperti - autonomia e maturità di giudizio nella scelta di modelli teorici, nella produzione ed elaborazione di dati e nelle scelte progettuali

(English)

The Master program is completed with a final test (17 ECTS), involving the preparation, presentation and defense of a thesis on topics related to the Environmental Engineering program. The final thesis includes either a design project or a practical/experimental study, which provides the student with the ability of dealing with a relevant topic by applying the acquired knowledge and skills. An Evaluation Committee composed by at least seven members chairs the defence of the thesis by each student. On the basis of specific questions raised by the Committee each student is asked to discuss the main issues of concern. To pass the final test the student is asked to have acquired computing and networking skills (1 ECTS). The preparation of the final thesis allows the students to acquire: - a good command of the topics dealt with, proving the acquired learning skills - communications skills acquired both during the preparation of the thesis and in the presentation and discussion of the thesis in front of the Evaluation Committee - skills in making judgements in appropriate selection of theoretical models, generation and processing of experimental data as well as decision-making during design

FINAL THESIS PROJECT

in **Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre**

Il corso di Laurea Magistrale è completato con una prova finale di 17 CFU, che consiste nella redazione, presentazione e discussione di una tesi su argomento inerente le tematiche applicative dell'Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio. La tesi è costituita da un progetto o da uno studio di tipo applicativo/sperimentale, nella quale l'Allievo ha la possibilità di affrontare un tema rilevante, applicando le competenze acquisite nello specifico percorso formativo seguito. Ciascuno studente è chiamato a presentare il proprio lavoro di tesi di fronte ad una Commissione composta da almeno sette docenti. Alla presentazione segue una discussione finale sulla base di specifici quesiti posti dalla Commissione di laurea. Nell'ambito della fase di elaborazione della prova finale è richiesto anche di aver approfondito le conoscenze relative alle abilità informatiche e telematiche, che danno diritto all'acquisizione di 1 ulteriore CFU. Nel corso della discussione delle elaborazioni sviluppate il futuro laureato deve dimostrare: - la padronanza degli argomenti trattati, che testimoniano l'acquisizione di adeguate capacità di apprendimento - abilità comunicative sia nello svolgimento del proprio lavoro di tesi sia nella presentazione critica delle proprie autonome elaborazioni di fronte alla Commissione di esperti - autonomia e maturità di giudizio nella scelta di modelli teorici, nella produzione ed elaborazione di dati e nelle scelte progettuali

(English)

The Master program is completed with a final test (17 ECTS), involving the preparation, presentation and defense of a thesis on topics related to the Environmental Engineering program. The final thesis includes either a design project or a practical/experimental study, which provides the student with the ability of dealing with a relevant topic by applying the acquired knowledge and skills. An Evaluation Committee composed by at least seven members chairs the defence of the thesis by each student. On the basis of specific questions raised by the Committee each student is asked to discuss the main issues of concern. To pass the final test the student is asked to have acquired computing and networking skills (1 ECTS). The preparation of the final thesis allows the students to acquire: - a good command of the topics dealt with, proving the acquired learning skills - communications skills acquired both during the preparation of the thesis and in the presentation and discussion of the thesis in front of the Evaluation Committee - skills in making judgements in appropriate selection of theoretical models, generation and processing of experimental data as well as decision-making during design

IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE

in **Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre**, in **Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre**, in **Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre**

Obiettivo del corso è quello di fornire i criteri per una corretta progettazione degli impianti di trattamento delle acque reflue e di quelle di approvvigionamento. In particolare, sono considerate le principali unità costituenti gli impianti, delle quali vengono presentate le caratteristiche di funzionamento e costruttive, i parametri operativi ed i più avanzati criteri di analisi, dimensionamento e verifica. Il corso si compone di lezioni teoriche e di esercitazioni numeriche. Durante queste ultime, vengono applicati i principi presentati nella teoria, ai fini della progettazione preliminare di un impianto completo di trattamento delle acque. Sono altresì previsti seminari specialistici su tematiche di particolare interesse attuale nel campo della depurazione e della potabilizzazione. Durante il corso, lo studente acquisisce la capacità di orientarsi nel campo della depurazione e dei trattamenti delle acque, sviluppando autonomia di giudizio nella scelta degli schemi di processo, delle unità di trattamento e degli strumenti di dimensionamento e verifica da adottare. Lo studente sviluppa altresì la abilità di comunicare le motivazioni alla base delle scelte fatte, con riferimento ai principi teorici ed agli obiettivi prefissati. La capacità di apprendimento sviluppata viene dimostrata e verificata nello svolgimento delle esercitazioni numeriche.

(English)

The course will give a comprehensive overview of the design criteria of wastewater and water treatment plants. Characteristics and operative and design parameters of the main treatment units and processes of the plants will be presented and discussed. Through practical classes, the students will experience how to design a water/wastewater treatment plant. Specialized seminars will present some of the most updated themes and issues in the field of the treatment processes. During the course, the student learns the capability of orient himself in the field of wastewater and water treatments, developing autonomy of judgment with regard to the choice and selection of treatment processes and solutions and design and evaluation criteria. Furthermore, the student evolves in the ability of communication about the motivations and sources of his choices, by assessing and showing theoretical principles and knowledges acquired through the course. The learning ability is being strengthened and then shown through the application in the numerical and practical exercises

GEOLOCATION AND NAVIGATION

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

OBIETTIVI GENERALI Il Corso si propone di fornire gli elementi fondamentali sulle tecnologie geomatiche relative al posizionamento e alla navigazione (Global Navigation Satellite Systems – GNSS) e all'archiviazione e gestione di dati spaziali (Geographic Information Systems – GIS). Lo studio parte dai fondamentali della Geodesia (Sistemi di riferimento e sistemi di coordinate) per poi trattare le osservabili dei sistemi di posizionamento satellitare e il loro trattamento finalizzato alla stima di parametri geometrici. Infine, verranno analizzate le moderne tecniche di gestione di dati spaziali. Obiettivo fondamentale del corso è il processo di definizione, generazione e gestione di dati spaziali. **OBIETTIVI SPECIFICI** 1. Conoscere il sistema di riferimento geodetico internazionale. 2. Saper individuare e utilizzare la strumentazione idonea alla acquisizione di osservazioni GNSS per diversi tipi di applicazioni 3. Saper scegliere l'approccio metodologico (matematico e fisico) più appropriato per il trattamento delle osservazioni finalizzato alla stima di parametri geometrici 4. Saper presentare e difendere le conoscenze e competenze acquisite durante una prova scritta e/o un colloquio orale. 5. Saper utilizzare i sistemi di gestione dei parametri stimati per applicazioni connesse al monitoraggio geomatico e alla navigazione

(English)

GENERAL OBJECTIVES The course aims to provide the fundamentals of geomatics with respect to positioning and navigation (Global Navigation Satellite Systems - GNSS) and the storage and management of spatial data (Geographic Information Systems - GIS). The teaching starts from the fundamentals of Geodesy (reference systems and coordinate systems) and then deals with the observables of satellite positioning systems and their treatment aimed at estimating geometric parameters. Finally, modern spatial data management techniques will be analyzed. The fundamental objective of the course is the process of defining, generating and managing spatial data. **SPECIFIC OBJECTIVES** 1. Knowledge of the international geodetic reference system. 2. Knowing how to identify and use the suitable instrumentation to acquire GNSS observations for different types of applications. 3. Making judgement: To understand the most appropriate approach (mathematical and physical) to the processing of observations aimed at estimating geometric parameters 4. Communication skill: To present and defend the acquired knowledge during an oral and/or written exam. 5. Learning skill: To use the management systems of the estimated parameters for applications related to geomatic monitoring and navigation

BONIFICA, RIPRISTINO E RIQUALIFICAZIONE DEI SITI CONTAMINATI

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Primo semestre

Il corso fornisce le nozioni necessarie per orientare autonomamente lo studente nella progettazione di un intervento di bonifica, dalla caratterizzazione del sito alla scelta della tecnologia più adeguata. Durante il corso sarà dato ampio spazio alla complessità dei temi trattati e alla necessità di affrontare un'innovazione continua delle tecnologie, basata sullo sviluppo della conoscenza specifica e della normativa vigente. In questo modo si cercherà di stimolare gli studenti verso l'approfondimento autonomo delle problematiche legate alle bonifiche, anche confrontandosi in ambito internazionale. L'obiettivo specifico del corso è quello di fornire le conoscenze necessarie al fine di sviluppare il piano della caratterizzazione di un sito contaminato e i principi di base per la progettazione di adeguati interventi di bonifica e/o messe in sicurezza con l'adozione di tecnologie efficaci e sostenibili. Alla fine del corso lo studente avrà acquisito in modo efficace le adeguate conoscenze per affrontare in modo autonomo, alla luce della normativa vigente, i diversi aspetti e le problematiche connesse agli interventi di bonifica, ripristino e riqualificazione dei siti contaminati, combinando in maniera adeguata le conoscenze teoriche con l'applicazione pratica di quanto appreso.

(English)

The course provides the necessary knowledge to orient the student independently in the design of a remediation intervention, from the characterization of the site to the choice of the most suitable technology. During the course, ample space will be given to the complexity of the topics covered and the need to address continuous innovation of technologies, based on the development of specific knowledge and current legislation. In this way we will try to stimulate students towards an autonomous study of the issues related to remediation, also by comparing themselves on an international level. The specific objective of the course is to provide the necessary knowledge to develop the plan for the characterization of a contaminated site and the basic principles for the design of adequate remediation and/or safety measures with the adoption of effective and sustainable technologies. At the end of the course, the student will have effectively acquired the adequate knowledge to independently address, in the light of current legislation, the various aspects and problems related to the remediation, restoration and requalification of contaminated sites, by adequately combining the theoretical knowledge with the practical application of what has been learned.

GEOFISICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Primo semestre

Obiettivi generali del corso: Il corso si propone di fornire allo studente i principi e i metodi fondamentali relativamente alle tecniche di prospezione geofisica più diffuse nei campi dell'ingegneria civile e ambientale. Le applicazioni riguardano specifici problemi ingegneristici quali rischio sismico e idrogeologico, inquinamento, dissesto e franosità, uso della risorsa idrica e geotermica etc. Obiettivi specifici: Conoscere i principi teorici, le procedure di acquisizione e interpretazione dati delle tecniche geofisiche di più largo impiego nei campi dell'esplorazione del sottosuolo a fini geologici e di ingegneria civile e ambientale. Saper valutare le tecniche di prospezione migliori per specifici problemi ingegneristici, con particolare riferimento alla modellazione del comportamento sottosuolo come sistema fisico e alla valutazione del rischio legato al comparto suolo (rischio sismico e idrogeologico, inquinamento, dissesto strutturale, uso della risorsa idrica e geotermica etc.). Comprendere i campi e i limiti di applicabilità delle prospezioni geofisiche e saper valutare il grado di affidabilità dei risultati. Saper comunicare i risultati dell'indagine geofisica ai fini della disseminazione e dell'interazione con altre professionalità

(English)

General outcomes The main objective of this course is to provide students with the fundamental principles and methods in Applied Geophysics for Civil and Environmental Engineering applications, with particular focus on specific problems such as seismic and hydrogeological risks, pollution, landslides and soil instability, groundwater management, geothermal energy, etc. Specific outcomes Fundamental knowledge of the theoretical principles and practical methods of the most widely applied geophysical techniques in Civil and Environmental Engineering and Engineering Geology. The course provides the tools necessary to enable the student to independently choose the most appropriate methodology according to specific engineering problems with particular focus on modeling the subsoil as a physical system and on the assessment of specific risks affecting the subsoil such as seismic and hydrogeological risks, pollution, landslides and soil instability, groundwater management, geothermal energy, etc. Specific understanding of the main possibilities and limitations of geophysical methods and their integration. Survey design, quality estimation and reliability assessment of the geophysical investigation. Specific skills for communicating the results of a geophysical survey with specific reference to data dissemination and interaction with other professionals

GROUNDWATER MANAGEMENT AND TREATMENT

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Primo anno - Primo semestre

Il Corso ha l'obiettivo di fornire allo studente le conoscenze di base relative alla caratterizzazione quantitativa e qualitativa delle acque sotterranee, finalizzate al consumo antropico ed alle tecnologie di trattamento per la loro potabilizzazione. In particolare, si prevede di consentire allo studente di acquisire alcune nozioni sulle più consolidate metodologie per la valutazione quantitativa della disponibilità delle risorse idriche sotterranee per lo sfruttamento antropico, nonché sulle loro proprietà qualitative, di interesse ai fini dell'uso potabile, e delle tecniche più comuni ed affidabili per il loro consumo ad uso potabile. Obiettivi specifici Tecniche di valutazione della ricarica attiva annua degli acquiferi Classificazione delle diverse tipologie di acquifero Caratterizzazione quantitativa delle principali fonti di approvvigionamento idrico Caratterizzazione qualitativa delle acque sotterranee destinate all'uso potabile Caratterizzazione degli acquiferi costieri Principi e tipologie di trattamento per le acque sotterranee ai fini dell'uso potabile

(English)

The exam target is to give to students, basic principles of quantitative and qualitative characterization of groundwater, in the aim of their exploitation for anthropic purposes and of main treatment technologies for making them drinkable. It is expected that at the end of the course students will be aware of the common methodologies for the evaluation of groundwater availability for human purposes, for their qualitative characterization, and of the more common water treatment technologies, which make groundwater drinkable. Specific Targets • Evaluation of annual groundwater recharge • Aquifers classification • Groundwater resources quantitative characterization • Groundwater resources qualitative characterization for human purposes • Coastal aquifers characterization and management • Groundwater treatment principles and technologies to make them drinkable

IDRAULICA AMBIENTALE E MARITTIMA

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Introdurre i concetti fondamentali e le problematiche di base dell'idraulica ambientale e marittima, con particolare riferimento al moto dei fluidi nei corpi idrici naturali e nel mare. Fornire allo studente gli strumenti applicativi che consentano la soluzione dei problemi. Per quanto riguarda le conoscenze acquisite, gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di identificare le variabili di riferimento e le rappresentazioni matematiche dei fenomeni caratterizzanti l'idraulica ambientale e marittima ed individuare gli strumenti idonei alla loro valutazione. Competenze acquisite): gli studenti che avranno superato l'esame saranno in grado di condurre indagini e sperimentazioni e di analizzarne e interpretarne i dati, nonché di comprendere l'impatto delle soluzioni ingegneristiche nel contesto sociale e fisico-ambientale e di utilizzare strumenti e metodi dell'ingegneria per controllare il suddetto impatto. Lo studente sarà in grado di operare sia in autonomia sia come componente di un gruppo e relazionarsi con soggetti competenti in discipline differenti.

(English)

To introduce fundamental concepts and basic issues of environmental and maritime hydraulics, with particular emphasis to fluid motion in natural water bodies and in the sea. To provide application tools that help to solve problems typically found in environmental and maritime hydraulics. Acquired knowledge: the students who pass the exam will be able to identify the reference variables and the mathematical representations of phenomena that characterize environmental and maritime hydraulics and to identify the appropriate tools for their assessment. Acquired knowledge: the students who pass the exams will be able to conduct surveys and experiments, to analyze and interpret data as well as to understand the impact of engineering solutions in the social and physical environment context and to use engineering tools and methods to control the above impact. The student will be able to work both autonomously and as part of a team and relate to people skilled in different disciplines

FONDAMENTI DI CHIMICA AMBIENTALE

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Primo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Il corso si pone l'obiettivo di completare ed ampliare le conoscenze di base della Chimica generale, inorganica ed organica, fornendo agli studenti una conoscenza di base delle varie forme di inquinamento e le nozioni fondamentali per la comprensione dei meccanismi che regolano le reazioni chimiche delle

sostanze che ne sono responsabili. Al termine del corso lo studente sarà in grado di affrontare – in collaborazione con esperti dei settori – problematiche di tipo ambientale, legate alla conoscenza, determinazione e trattamento di vari tipi di inquinanti di aria, acque e del suolo (piogge acide, gas nocivi, organici tossici recalcitranti, metalli pesanti) e ai processi ossidativi di corrosione metallica (opere ingegneristiche, conservazione dei beni culturali).

(English)

This module aims at expanding the fundamental knowledge of general inorganic and organic chemistry, giving students an essential knowledge of the various forms of pollution and the basics for understanding the mechanisms that regulate the chemical reactions of substances involved. After completing this course the student will be able to approach – in team with area experts – environmental questions linked to knowledge, determination and treatment of different air, water and soil pollutants (acid rains, noxious gases, toxic organics recalcitrants, heavy metals) and related to the knowledge of oxidative processes of metal corrosion (engineering works, conservation of cultural goods).

Idrogeologia applicata

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

Obiettivo del corso è fornire gli elementi fondamentali per la caratterizzazione quantitativa e qualitativa delle risorse idriche sotterranee al fine di consentirne lo sfruttamento sostenibile e la tutela nei confronti di potenziali fenomeni contaminazione. Al termine del corso lo studente avrà appreso: gli strumenti per la stima della ricarica degli acquiferi, gli elementi per distinguere le diverse tipologie di acquifero in funzione delle diverse esigenze applicative. Le metodologie per la misura delle portate in sorgente, e quelle per la caratterizzazione quantitativa di una sorgente, oltre che per la sua classificazione in termini geologici ed idrogeologici.

(English)

The aim of the course is to give the main principles for quantitative and qualitative characterization of groundwater in the aim of teach to sustainable exploitation of groundwater and their protection from contaminant action. At the end of the course the student will have learned: the tools for estimating the recharge of aquifers; the elements to distinguish the different types of aquifer according to the different application needs; the methodologies for measuring the flow rates in the spring, and those for the quantitative characterization of a spring, as well as for its classification in geological and hydrogeological terms; the fundamentals of geochemistry for the qualitative characterization of groundwater resources; the definition and basic principles for the characterization of coastal aquifers and for the recognition of saline intrusion phenomena; the main in situ hydrogeological investigation techniques; the concept of vulnerability of aquifers and some methodologies for its evaluation.

HYDROCLIMATOLOGY

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce le nozioni fondamentali teoriche, tecniche e pratiche relative alla : a) modellazione delle relazioni esistenti tra regime delle precipitazioni a scala locale e le caratteristiche della circolazione atmosferica su larga scala, con particolare attenzione agli eventi idrologici estremi come precipitazioni/inondazioni e eventi di siccità; b) valutazione dell'impatto dei cambiamenti idrologici a scala locale prodotti dal riscaldamento globale nei differenti scenari di mitigazione delle emissioni di gas serra; c) individuazione delle azioni e soluzioni infrastrutturali per far fronte a tali impatti sui sistemi sociali, economici e ambientali.

(English)

The course will provide fundamentals about theoretical, technical and practical issues in : a) Modeling the link between local precipitation regime and large-scale atmospheric circulation features, with a specific focus to extreme hydrological events as rainfall/flood and drought events; b) impact assessment of hydrological changes at local scale due to global warming; c) identifying technical solutions to cope such impacts on social, economical and environmental systems.

TECNICA DELLE COSTRUZIONI

in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Primo anno - Secondo semestre

Evidenziare, tramite esempi progettuali, la necessità di affrontare la soluzione di problemi strutturali con rigore metodologico basato anche su approfondimenti specifici e sul confronto tra le soluzioni adottabili. Stimolare il confronto con i colleghi rendendo ovvia la necessità che le soluzioni adottate siano validate da altri soggetti terzi. Favorire quindi un approccio collaborativo 1) sia per lo sviluppo condiviso di una soluzione che 2) per l'integrazione di soluzioni indipendenti. Fornire le basi per la progettazione e la verifica di costruzioni di acciaio e calcestruzzo armato.

(English)

Using design examples to highlight the need to tackle the solution of structural problems with methodological rigor based also on specific insights and the comparison between the adoptable solutions. Stimulate the need for comparison with colleagues and the need that third parties validate the adopted solutions. To favor a collaborative approach for 1) the development of a solution and 2) for the integration of independent solutions. Teach the basis of the design and verification for Steel and Reinforced Concrete Structural elements. Stimulate the critical reading of technical regulations.

LEGISLAZIONE AMBIENTALE

in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Primo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Primo semestre

L'obiettivo principale del corso è fornire agli studenti i principi generali di Diritto Ambientale unitamente al quadro normativo di riferimento in materia di legislazione ambientale, con particolare riferimento sia alle Norme Nazionali che a quelle Europee ed Internazionali. Particolare attenzione è posta alle implicazioni pratiche ed operative dell'impianto legislativo, sia con riferimento a tematiche affrontate in altri insegnamenti del Corso di Studi (Inquinamento, Pianificazione Territoriale) che con la professione dell'ingegnere.

(English)

The main outcome of this course is to provide the students with the basics of Environmental Law with a specific focus on the Italian, European and International regulatory Framework. Special attention is devoted to the practical implications of Environmental Law concerning several topics addressed in the Master's Degree (Pollution, Land Planning etc.), as well as to the implications affecting the professional activity of the Environmental Engineer.

RENEWABLE ENERGY

in Environmental Engineering for Climate Change Adaptation and Mitigation - in lingua inglese - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l' Ambiente e il Territorio - Gestione delle risorse idriche e risanamento ambientale - Secondo anno - Secondo semestre, in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio - Tutela del territorio e difesa del suolo - Secondo anno - Secondo semestre

Conoscenza delle leggi e dei principi fisici su cui si basano le fonti energetiche alternative, con particolare attenzione alla loro sostenibilità ambientale. Capacità di sviluppare delle stime energetiche di base per valutare la produttività di impianti eolici, solari termici e fotovoltaici. Capacità di valutare le potenzialità delle differenti fonti energetiche alternative con senso critico

(English)

The course is designed to equip students with a broad training in, and understanding of, energy production, delivery, consumption, efficiency, economics, policy and regulation. These are considered in the context of the sustainability of energy supply and consumption patterns, both locally and globally. A feature of the course is its broad approach to the development of sustainable routes to the generation and supply of energy within which renewable energy is a key theme. The course is engineering-based but also covers a wider range of topics including economics, sustainability and environmental studies. On successful completion of this course, students will be able to: Understand and evaluate alternative modes of energy supply, including fossil-fuelled, nuclear and renewables-based supply, appreciate the development of and constraints on carbon- and non carbon-based energy resources, understand the challenges and constraints on end-use efficiency of energy, appreciate the economic, policy and regulatory frameworks within which decisions on energy futures are made, be conversant with the problems of energy distribution and the constraints on present distribution systems, critically analyse competing claims in the energy sector, evaluate options for energy supply, distribution, utilisation, articulate environmental sustainability of energy supply systems, analyse the technical:economic interaction of developments in the energy system